

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. April 2003 (10.04.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/030363 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: **H03K 17/00**

(74) Anwälte: **REINHARDT, Harry** usw.; Reinhardt & Pohlmann Partnerschaft, Grünstrasse 1, 75172 Pforzheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP02/10630**

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. September 2002 (21.09.2002)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
101 46 996.9 25. September 2001 (25.09.2001) **DE**

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

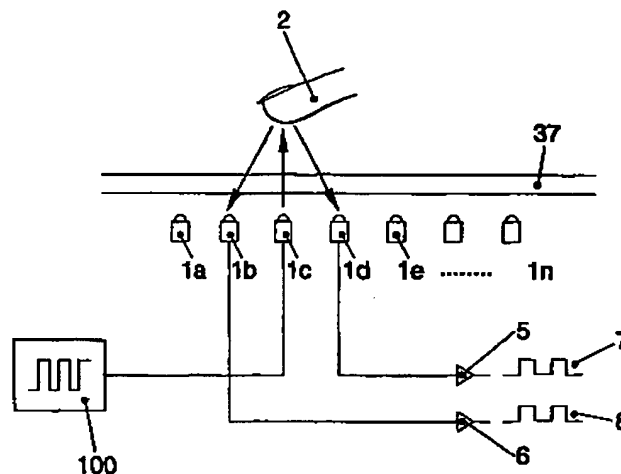
(71) Anmelder und

(72) Erfinder: **REIME, Gerd** [DE/DE]; Friedenstrasse 88, 75328 Schömberg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **CIRCUIT WITH AN OPTO-ELECTRONIC DISPLAY UNIT**

(54) Bezeichnung: **SCHALTUNG MIT EINER OPTOELEKTRISCHEN ANZEIGEEINHEIT**



(57) Abstract: A circuit provided with an optoelectronic display unit. For discrete display of the settings of a regulating/control unit, said circuit comprises at least one detection element for detecting the actuation of an object in order to modify the settings of the regulating/control unit, whereby the detection element delivers an output signal corresponding to the desired modification. Several luminous diodes (1a,...,1n), which are essentially arranged next to each other in a row and which emit luminous radiation, are used as display elements. A control device controls at least one of the luminous diodes (1a,...,1n) according to the output signal in order to display the respective setting, in addition to the regulating/control unit for modification of the setting. In order to produce a quality display and operator unit, at least two receiver elements which are sensitive with respect to the luminous radiation of the luminous diodes (1a,...,1n) are provided, acting as detection elements in order to detect the luminous radiation reflected by at least one luminous diode (1c) and by an object (2), and the control device controls at least one of the luminous diodes in addition to the regulating/control unit as a result of the output signal, which is formed according to the movement of the object relative to the luminous diode (1c) emitting luminous radiation, according to the movement of said object.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/030363 A2



SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Erklärung gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Eine Schaltung mit einer optoelektronische Anzeigeeinheit weist zur diskreten Anzeige der Einstellung einer Regel/ Stelleinheit wenigstens ein Erfassungselement zur Erfassung der Betätigung durch ein Objekt zur Änderung der Einstellung der Regel/Stelleinheit auf. Dabei liefert das Erfassungselement ein der gewünschten Änderung entsprechendes Ausgangssignal. Mehrere, im Wesentlichen nebeneinander in Reihe angeordnete Lichtstrahlung aussendende Leuchtdioden (1a,...,1n) dienen als Anzeigeelemente. Eine Steuereinrichtung steuert in Abhängigkeit des vom Erfassungselement erzeugten Ausgangssignals wenigstens eine der Leuchtdioden (1a,...,1n) zur Anzeige der jeweiligen Einstellung als auch die Regel/Stelleinheit zur Änderung der Einstellung an. Dadurch, dass wenigstens zwei für die Lichtstrahlung der Leuchtdioden (1a,...,1n) empfindliche Bmpfangelemente vorgesehen sind, die als Erfassungselemente die von wenigstens einer Leuchtdiode (1c) und von einem Objekt (2) reflektierte Lichtstrahlung erfassen und dass die Steuereinrichtung wenigstens eine der Leuchtdioden als auch die Regel/Stelleinheit aufgrund des Ausgangssignals, das in Abhängigkeit der Bewegung des Objekts relativ zur Lichtstrahlung aussendenden Leuchtdiode (1c) gebildet ist, der Bewegung des Objekts folgend ansteuert, wird eine günstige Anzeige- und Bedieneinheit geschaffen.

Schaltung mit einer optoelektronischen Anzeigeeinheit

BESCHREIBUNG

5 Bezug zu verwandten Anmeldungen

Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 101 46 996.9, hinterlegt am 25.09.2001, deren Offenbarungsgehalt hiermit ausdrücklich auch zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

10

Gebiet der Erfindung.

Die Erfindung betrifft eine Schaltung mit einer optoelektronischen Anzeigeeinheit nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

15

Stand der Technik

Im Bereich der Bedienelemente sind z.B. aus einer Reihe von LEDs gebildete Anzeigen bekannt, die einen eingestellten Wert anzeigen. Dies kann eine LED-Reihe sein, also ne-
20 beneinander angeordnete Leuchtdioden, bei denen ein Element leuchtet und einen aktuellen Wert darstellt. In der Regel sind die in Reihe angeordneten Leuchtelemente entsprechend beschriftet, um eine Zuordnung zu einer Größe wie z.B. eine Anzeige in "dB" für eine Lautstärkeeinstellung zu ermöglichen. Das Umschalten auf einen anderen Wert erfolgt mechanisch z.B. durch Tastschalter. Zur Erhöhung bzw. zum Absenken des Wertes wird in der
25 Regel je ein mechanischer Taster eingesetzt. Eine Änderung des Wertes durch entsprechenden Tastendruck wird durch eine Positionsveränderung in der Anzeige durch die entsprechende LED in der Reihe dargestellt.

Fig. 1 zeigt eine derartige aus dem Stand der Technik bekannte LED-Anzeige, wobei mit
30 den Plus- bzw. Minus-Tasten die Position der LED und somit auch z.B. der "Lautstärkewert" verstellt werden kann. Der Vorteil einer solchen Anordnung liegt in der klaren Übersicht über die eingestellte Position sowie der spontanen Bedienbarkeit. Nachteilig ist jedoch die Notwendigkeit von mechanischen Durchbrüchen in der Bedienoberfläche und die Anbringung entsprechender Tasten.

35

Aus der DE 43 36 669 C1 ist ein Tastenfeld mit unterschiedlichen Betätigungsflächen zugeordneten Lichtsensoren bekannt, die auf die Abschattung eines der Größe eines Fingers

- 2 -

entsprechende Sensoroberfläche reagieren. Die Erfassung des Umgebungslichts stellt also die zu verarbeitende Information dar. Hierfür wird üblicherweise ein anderes Mittel als das zur Erzeugung eines Lichtsignals verwendete Mittel eingesetzt. Um einen anzuzeigenden Wert darzustellen, wird eine zusätzliche Leuchtanzeigeeinheit benötigt. Die Lichtempfänger und Lichtsender können ausschließlich gepulst bedient werden, was für die diskrete Änderung eines einzustellenden Werts von Nachteil ist (vgl. auch DE 40 07 971 A1 im Infrarotbereich).

Die Erfassung der Information, die zur Veränderung eines einzustellenden Wertes auf einem Bedienfeld notwendig ist, kann auch über Kontaktschalteneinrichtungen gemäß DE 694 19 735 T2 oder DE 36 85 749 T2 erfolgen, welche durch die Erfassung einer Kapazität mit dem anzusprechenden Lichtanzeigeelement korrespondieren; diese Anwendung ist jedoch durch ihre Feuchtigkeitsempfindlichkeit auf bestimmte Bereiche begrenzt.

Die DE 39 32 508 A1 zeigt eine übliche Reflexionslichtschranke ohne diskrete Regelungsmöglichkeit. Sender und Empfangselemente müssen immer getrennt vorhanden sein. Die DE 28 24 399 A1 offenbart einen optischen Schalter mit gesonderten Sendern und Empfängern. In beiden Fällen stellen die damit gebildeten Lichtschranken nur das Mittel zum Einstellen der Anzeige und nicht das Anzeigemittel selbst dar.

Aus der US-A 5,327,160 ist ein Touch Fader als Fernbedienung bekannt, der nur getaktet betrieben werden kann.

Anordnungen von Leuchtdioden, die wechselweise gleichermaßen als Licht emittierendes wie als Licht empfangendes Element verwendet werden können und deren Leuchtsignal unmittelbar den anzuzeigenden Wert wiedergibt; die außerdem der Bewegung eines Fingers oder einem vergleichbaren Objekt folgend bedient werden können, um somit den einzustellenden Wert zu erreichen, die aber gleichermaßen auch getaktet, also spontan bedient werden können, sind aus dem Stand der Technik nicht bekannt.

Zusammenfassung der Erfindung

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine günstige Anzeige- und Bedieneinheit zu schaffen und bei der Bedienung einer solchen Regel/Stelleinheit die Anzeige selbst als Bedienelement zu nutzen, wobei sowohl die diskrete Regelung einzustellender Werte als auch die getaktete Handhabung möglich ist.

- 3 -

Diese Aufgabe wird durch eine Schaltung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Der durch die Leuchtdioden gebildeten Anzeigeeinheit sind Empfangselemente so zugeordnet, dass keine gesonderten mechanische Tasten erforderlich sind. Bei der Bedienung einer solchen Regel-/Stelleinheit wird damit die Anzeige selbst zum Bedienelement. Tasten sind ebenso wenig erforderlich wie Durchbrüche für solche Tasten. Damit wird zum einen die Fertigung einer solchen Bedieneinheit preiswerter, zum anderen kann die Regel-/Stelleinheit unter einer geschlossenen, schützenden Fläche angeordnet werden, so daß sie – leicht zu reinigen und für Schmutz unempfindlich – eine lange Lebensdauer hat und für viele Anwendungszwecke eingesetzt werden kann.

Nach den Ansprüchen 3 und 4 sind die Leuchtdioden nicht nur Anzeigeelement sondern temporär alternierend auch Sende- und Empfangselement, so dass der schaltungstechnische Aufwand weiter reduziert werden kann.

Weitere Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Kurzbeschreibung der Figuren

Im Folgenden wird die Erfindung an Hand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- | | |
|-----------------|---|
| Fig. 1 | eine Regel/Stelleinheit nach dem Stand der Technik, |
| Fig. 2 | ein Blockschaltbild einer Regel/Stelleinheit nach dem Stand der Technik, |
| 25 Fig. 3 | Schaltbild zur Ansteuerung einer LED als Anzeige- und Bedienelement, |
| Fig. 4 | ein zur Bedienung verwendbares reflektierendes Element über einer LED-Reihe, |
| Fig. 5 | eine Anordnung zur Realisierung einer sensitiven LED-Reihe, |
| Fig. 6,7 | die erfindungsgemäße Schaltung, |
| 30 Fig. 8a – 8e | Signalverläufe beim Antippen einer LED, |
| Fig. 9 | eine Schaltung zur Ansteuerung einer außenliegenden LED, |
| Fig. 10 | Phasen und Amplitudenbeziehung des analogen Ausgangssignals S17 des Vergleichers 16, |
| Fig. 11 | das analoge Ausgangssignal S17 über die Zeit beim Umschalten, |
| 35 Fig. 12 | eine Schaltung zur Erhöhung der Umschaltssicherheit, |
| Fig. 13,14 | das analoge Ausgangssignal S17 über die Zeit am Ausgang des Buffers B in Fig. 12 mit und ohne Nullreferenzierung, |

- 4 -

- Fig. 15 das vom analogen Ausgangssignal S17 abgeleitete Signal V1 über die Zeit am Fensterkomparator gemäß Fig. 14 mit zugehöriger LED-Ansteuerung,
- Fig. 16 eine Schaltung gemäß Fig. 12 mit einem Hysteresedetektor,
- 5 Fig. 17 einen Signalverlauf des Ausgangssignals S17 unter Einsatz des Hysteresedetektors,
- Fig. 18a – 18c Anordnungen für den Einsatz als Lautstärkeregler, zur Bearbeitung eines Datenstroms oder als Positionsanzeige,
- Fig. 19 ein mechanischer Schieberegler nach dem Stand der Technik,
- 10 Fig. 20 , 21 erfindungsgemäße bogen- und kreisförmige Regel/Stelleinheiten,
- Fig. 22 eine Regel/Stelleinheit in Form eines virtuellen Drehknopfs,
- Fig. 23 eine Regel/Stelleinheit mit zwei Sendeelementen,
- Fig. 24 ein vollständiges Blockdiagramm.

15 Ausführliche Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die beigelegten Zeichnungen näher erläutert. Allerdings handelt es sich bei den Ausführungsbeispielen nur um Beispiele, die nicht das erfinderische Konzept auf eine bestimmte Anordnung beschränken sollen.

20

- Im Stand der Technik besteht die Schaltzuordnung für eine Stelleinheit nach Fig. 1 gemäß Fig. 2 aus einem Zählwerk 91 dessen momentaner Zustand durch die Tastenfunktionen T1 (z.B. +Taste) und T2 (z.B. –Taste) bestimmt wird. Das Zählwerk 91 zählt bei jedem Betätigen der Tasten T1 bzw. T2 einen Wertschritt nach oben bzw. unten und gibt diese Information an den Anzeigentreiber 92 weiter, der die dem eingestellten Wert entsprechende LED
- 25 leuchten lässt. Parallel dazu wird der eingestellte Wert an die Steuervorrichtung bzw. den Wertregler 93 weitergeben. Mit diesem Wertregler 93 wird z.B. ein analoges Audiosignal 94/95 entsprechend dem eingestellten Wert 96 in der Amplitude geregelt. Es wird also immer mindestens ein externes Steuersignal T1 bzw. T2 zur Werteinstellung benötigt. Die
- 30 LEDs 1a...n zeigen nur den eingestellten Wert an und haben keine weitere Funktion.

In der im Folgenden beschriebenen Erfindung wird auf mittelbare Informationsübertragung unter Zuhilfenahme der Taster T1 bzw. T2 verzichtet, so dass die Information direkt von der LED-Anzeige aufgenommen und umgesetzt wird.

35

Um dies zu erreichen, wird die Bifunktionalität der Leuchtdioden eingesetzt: Diese können Licht aussenden, wenn sie entsprechend mit einem Strom angesteuert werden oder Span-

- 5 -

nung bzw. Strom abgeben, wenn sie entsprechend beleuchtet werden. Wird nun z.B. eine übersprecharme Beschaltung gewählt, kann eine Leuchtdiode sequentiell als Sender und als Empfänger betrieben werden. Grundsätzlich ist dieselbe Funktion allerdings auch so zu realisieren, dass parallel zu den Licht ausstrahlenden Leuchtdioden alternative Empfangs-
5 elemente wie z.B. Photodioden eingesetzt werden. Auch dann ist aufgrund der Baugröße die Anzeige immer noch zugleich das Bedienelement, selbst wenn die Leuchtdioden nicht die obige Doppelfunktion aufweisen.

Fig. 3 zeigt eine solche Beschaltung, bei der die Leuchtdioden (LED) zeitsequentiell als
10 Sender und Empfänger arbeiten. In der Phase t_x ist z.B. der Schalter Sa geschlossen und verbindet den Ausgang des Taktgenerators 100 mit der LED über den Vorwiderstand R_{10} . Der Taktgenerator wird z.B. mit einer Frequenz von 10 kHz betrieben. In dieser Phase ist der Schalter Sb geöffnet und trennt die LED vom Verstärker 300. Der Inverter 200 dient nur zur Invertierung des Steuersignals Sts. In Phase t_y kehrt sich das Schalterverhältnis um und
15 der Schalter Sa trennt die LED vom Taktgenerator 100, während Schalter Sb sie mit dem Verstärker 300 verbindet.

Zur Darstellung einer Anzeige wird in der Regel wenigstens ein Element einer LED-Reihe leuchten, während alle anderen ausgeschaltet sind. Selbstverständlich gibt es aber auch
20 Ausbildungen, bei denen alle Anzeigenelemente bis zum eingestellten Wert eingeschaltet sind, also ein Leuchtband bilden. Strahlt das leuchtende Element der LED-Reihe sein Licht nicht durch kontinuierliche Ansteuerung als Gleichlicht ab, sondern wird z.B. mit einem 10 kHz Rechtecksignal gepulst, erscheint es dem menschlichen Auge trotzdem als ein kontinuierlich leuchtendes Element. Gleichzeitig kann es jedoch als Sendeelement einer Sen-
25 sorvorrichtung eingesetzt werden. Benachbarte LEDs, die entsprechend als Empfänger beschaltet sind, können nämlich das Signal der gepulst angesteuerten LED empfangen, wenn ein reflektierendes Element, z.B. ein Finger 2, sich oberhalb der LED befindet, die das gepulste Licht aussendet.

30 Bei einer Positionierung des reflektierenden Elements mittig über der sendenden LED 1c gemäß Fig. 4 wird das ausgesandte Licht gleichmäßig auf die benachbarten LEDs 1b und 1d zurückgestrahlt. Dabei kann sich auch eine für die jeweilige, von der LED ausgesandte Strahlung transluzente Scheibe 37 zwischen den LEDs und dem reflektierenden Element, z.B. einem Finger 2, befinden. Als Strahlung kommen insbesondere alle Lichtstrahlungen
35 im sichtbaren, aber auch im für das menschliche Auge unsichtbaren Bereich in Betracht. Bei symmetrischer Rückstrahlung stellt sich auch an den Ausgängen der Verstärker 5 und 6 eine gleich große Amplitude in den Ausgangssignalen 7,8 ein.

- 6 -

Fig. 5 zeigt eine Anordnung zur Realisierung der sensitiven LED-Reihe. Die Leuchtdioden 1a...1n können sowohl im Sende- wie auch im Empfangsbereich genutzt werden. Für den Sendebetrieb der Leuchtdioden 1a...1n sind zuschaltbare Treiberstufen 3a...3n, für den
5 Empfangsbereich zuschaltbare Verstärker 2a...2n vorgesehen. Die Signalverteilungsstufen 44 und 45 werden durch die Stellung des Positionszählers 23 entsprechend positioniert. Die Richtungs-Entscheidungs-Einheit 47 stellt die Bewegungsrichtung des reflektierenden Elements fest und entscheidet, wann ein bestimmter Wert der Positionsabweichung statt gefunden hat. War dies der Fall, wird Positionszähler 23 entsprechend angesteuert und
10 zählt einen Positionswert nach oben oder unten. Gleichzeitig kann die Richtungs-Entscheidungs-Einheit 47 feststellen, ob das leuchtende Element "angetippt" wurde, um erst dann auf Bewegung z.B. des Fingers 2 zu reagieren, oder ob es sich um ein versehentliches Berühren der sensoraktiven Oberfläche gehandelt hat und somit keine Reaktion der LED-Anzeige erfolgen soll.

15 Der Positionszähler 23 steuert über eine Steuereinheit 24 (Fig. 7) sowohl die Ansteuerung der Sendeelemente als auch den Empfangsmodus. Dabei wird jeweils eine einzige LED als Sender angesteuert, während zumindest die ihr benachbarten LEDs – z.B. die nächste oder übernächste LED – als Empfänger beschaltet sind. Selbstverständlich können aber
20 auch zwei LEDs gleichzeitig senden und die zwischen den beiden leuchtenden LEDs angeordneten LED als Empfänger beschaltet werden. Grundsätzlich können auch gesonderte Empfangselemente auf Lücke oder versetzt zu den LEDs z.B. in einer zu den LEDs parallelen Reihe angeordnet werden. Am Positionszähler 23 wird ferner das Steuersignal Sts zur Beeinflussung einer beliebigen Regel-/Stelleinheit 30 abgegriffen.

25 Fig. 6 zeigt eine Schaltung zur Richtungsdetektion, Antipperkennung sowie Erfassung der horizontalen Bewegung des reflektierenden Elements im Verhältnis zur leuchtenden LED, hier LED 1c. LED 1c wird hier vom Taktgenerator 100 angesteuert und sendet Licht aus, das am Finger 2 reflektiert wird. Die benachbarten LEDs 1b,1d empfangen einen durch den
30 Finger 2 hervorgerufen Reflexionsanteil. DCC 3, 4 bilden eine Arbeitspunkteinstellung für die LEDs als Empfänger. Mit Hilfe dieser DCC (DC-Compensation) wird verhindert, dass auch bei starkem Fremdlicht die LEDs in die Sättigung gelangen. Der Aufbau einer derartigen Arbeitspunkteinstellung ist z. B. aus der DE-PS 44 31 117 bekannt.

35 Die Umschalter der LED-Ansteuerung sind der Einfachheit halber nicht eingezeichnet. Zwei gleichartige Verstärker 5 und 6 verstärken die geringen Ausgangssignale der dem Sender benachbarten LEDs 1b und 1d auf einen leicht weiterzuverarbeitenden Wert. Bevor beide

- 7 -

Ausgangssignale 7 und 8 in der Additionsstufe 10 zusammengeführt werden, invertiert die Invertierungsschaltung 9 eines der beiden Signale.

Bei Abwesenheit eines reflektierenden Elements, wie eines Fingers 2, oder bei Anwesenheit, jedoch bei symmetrischer Reflexion des Sendesignals zurück in LEDs 1b, 1d entsteht
kein Signal am Ausgang der Additionsstufe 10, bzw. heben sich aufgrund der Invertierungsschaltung 9 zwei etwa vorhandene, aber gleich große Signalanteile auf, so dass wiederum am Ausgang der Additionsstufe 10 kein Signal ansteht. Bei Anwesenheit eines reflektierenden Elements und gleichzeitiger Asymmetrie zur sendenden LED 1c, z.B. wenn
der Finger 2 leicht nach rechts verschoben ist, bildet sich an der LED 1d auf Grund verstärkter Reflexion ein im Verhältnis zur LED 1b größeres Signal aus. Dies führt am Ausgang der Additionsstufe 10 zu einem Signal mit einer taktsynchronen Modulation mit entsprechendem Vorzeichen der Phase im Verhältnis zum Signal des Taktgenerators 100. Die Größe des Signals wird bestimmt von der horizontalen Position des Fingers 2 im Verhältnis zur sendenden LED 1c.

Zur weiteren Auswertung wird das Ausgangssignal der Additionsstufe 10 einem Synchrondemodulator 11 zugeführt. Das Steuersignal für den Synchrondemodulator wird vom Taktgenerator 100 abgenommen. Es entspricht im wesentlichen dem Sendesignal, berücksichtigt aber die in den Verstärken 5 und 6 entstehende Phasenverschiebungen. Der Synchrondemodulator 11 zerlegt das Ausgangssignal der Additionsstufe 10 wieder in zwei, jeweils der LED 1b und 1d zugeordneten Einzelsignale 12, 13. Für eine eindeutige Entscheidung über die Bewegungsrichtung bzw. die Lage des Fingers 2 zum Sendeelement 1c werden die beiden Einzelsignale 12 und 13 miteinander im Komparator 14 verglichen. Das digitale Ausgangssignal S15 des Komparators 14 gibt eine eindeutige Aussage über die Position des reflektierenden Elements, im Verhältnis zum Sendeelement 1c, also ob sich der Finger 2 rechts oder links vom Mittelpunkt der LED 1c befindet.

Zur Entscheidung, ab welcher Positionsveränderung ein Weiterschalten der leuchtenden LED analog zur Bewegung des Fingers 2 erfolgen soll, werden die Ausgangssignale 12 und 13 des Synchrondemodulators 11 in einem entsprechend analog arbeitenden Vergleichsverstärker 16 verglichen, z.B. mit einem Operationsverstärker. Das analoge Ausgangssignal S17 entspricht der horizontalen Abweichung des Fingers vom Mittelpunkt der sendenden LED 1c. Aus diesem Ausgangssignal wird in der weiteren Signalverarbeitung das Schaltsignal für den Positionszähler 23 (Fig. 7) gewonnen. Das digitale Ausgangssignal S15 dient dazu, dem Positionszähler 23 die entsprechende Zählrichtung vorzugeben. Eine Zählrichtung zu höheren Werten kann im Ausführungsbeispiel den Sendetreiber von der LED 1c zur LED

- 8 -

1d weiterschalten bei gleichzeitiger Umschaltung der Verstärker 5 und 6 von LED 1b und 1d hin zu 1c und 1e.

5 Zur Verhinderung einer unbeabsichtigten Verstellung durch versehentliches Berühren kann ein vorheriges "Antippen" des leuchtenden Elements zur weiteren Aktivierung der Verstellungsmöglichkeit vorgesehen werden. Dazu muss eine Information aus der vertikalen Bewegung des Fingers 2 auf das leuchtende Element zu bzw. von diesem weg gewonnen werden. Diese Information lässt sich der Additionsstufe 18 entnehmen, in der beide Signale der empfangenden LEDs addiert werden. Ein Synchrondemodulator 19 wertet das addierte
10 Signal entsprechend aus und über die Bufferstufen 20 steht es als analoges Abstandssignal S21 zur Verfügung.

Fig. 7 zeigt die Auswertung der Signale S21, S15 und S17. Ein Fensterkomparator 22 liefert ein Ausgangssignal S22, wenn das Ausgangssignal S17, dass ja einen analogen Wert
15 für die horizontale Position des Fingers im Verhältnis zur sendenden LED darstellt, einen im Fensterkomparator 22 vorgegebenen Wert über- bzw. unterschreitet. Dieser Wert wird erreicht, wenn das reflektive Element, also der Finger 2, eine Strecke seitlich vom Mittelpunkt des sendenden Elements (LED 1c) hin zum benachbarten empfangenden Element (LED 1b oder 1d) bewegt wird, auch wenn die Strecke kleiner ist als die halbe Entfernung zwischen zwei benachbarten Elementen. Das Ausgangssignal S22 des Fensterkomparators
20 22 wird als Clock-Signal dem Positionszähler 23 zugeführt.

Die Entscheidung, ob der Positionszähler 23 nach oben oder unten zählen soll, was einer "Verlagerung" der leuchtenden LED nach links oder rechts entspricht, wird dem Ausgangs-
25 signal S15 des Komparators 14 entnommen. Das Ausgangssignal S23 des Positionszählers 23 wird der Steuereinheit 24 zugeführt. Mit ihr wird die dem Zahlenwert des Ausgangssignals S23 entsprechende Position der sendenden LED und ihrer wenigstens zwei mittelbar oder unmittelbar benachbarten Empfangs-LEDs oder Empfangselemente bestimmt.

30 Grundsätzlich soll die leuchtende LED ihre Position nicht schon verändern, wenn nur zufällig mit der Hand über die LED gewischt wird. Vielmehr soll zunächst manuell die Positionsensibilität aktiviert werden, bevor die leuchtende LED mit dem sich bewegenden Finger "mitläuft". Dazu werden die Ausgangssignale 7,8 in der Additionsstufe 18 zusammengefasst, synchron demoduliert und das so gewonnene Abstandssignal S21 in einer entsprechenden Auswerteschaltung 25 so aufbereitet, dass z.B. eine Positionsverschiebung erst
35 nach einem ein- oder zweimaligen "Antippen" der leuchtenden LED freigegeben wird. Die Vorrichtung zur Antipp-Erkennung erkennt vorzugsweise ein Bewegungsmuster als Antip-

pen, das die Annäherung eines Objekts, das abrupte Abbremsen des Objekts an einer angetippten Fläche sowie ein Verweilen auf der Fläche für eine vorgegebene Zeit t_{28} umfasst.

Dazu wird das Abstandssignal S21 im Ausführungsbeispiel durch das Hochpaßfilter 26 geführt, dass nur die höherfrequenten Spektralanteile des Abstandssignals S21 durchläßt. Diese Signalanteile entstehen nur dann, wenn eine schnelle Veränderung im Abstandssignal S21 gemäß Fig. 8a vorliegt. Das abrupte Abbremsen des Fingers auf einer translucen-
ten Oberfläche oberhalb der LED-Reihe kann daher zu einem Ausgangssignal S26 führen, einem aus dem Abstandssignal S21 differenzierten Signal. Überschreitet dieses Ausgangs-
signal S26 gemäß Fig. 8b einen vorbestimmten Wert Ref, liefert der Komparator 27 ein
digitales Ausgangssignal S27 (Fig. 8c) an einen ersten Timer 28 mit einer Timerzeit t_{28} von
einigen hundert Millisekunden bis Sekunden (Fig. 8d). Nach Ablauf dieser kurzen Zeit wird
Timer 29 gemäß Fig. 8e gestartet. Seine Laufzeit beträgt einige Sekunden. Das Ausgangs-
signal S29 gibt den Positionszähler 23 frei. Eine Veränderung des Zählerstandes retriggert
(rt) dann den Timer 29. Wird die Position der leuchtenden LED innerhalb der Laufzeit t_{29}
des Timer 29 nicht verändert, läuft die Zeit t_{29} ab und der Positionszähler 23 wird wieder
gesperrt. Durch diese Schaltungsanordnung wird verhindert, dass durch eine unbeabsich-
tigte Bewegung die Stellung der leuchtenden LED in der LED-Reihe verändert wird. Erst
nach einem "Antippen" kann durch erneutes Berühren der leuchtenden LED und Verschie-
bung des Fingers die Position der leuchtenden LED verschoben werden.

An dieser Stelle können alle erdenklichen Schaltungsanordnungen eingeführt werden, also
auch Zähleranordnungen, die auch erst nach mehrmaligen Antippen der leuchtenden LED
den Positionszähler 23 freigeben. Aus WO 01/54277 A1 ist eine – hier z.B. bevorzugt ver-
wendbare – Anordnung bekannt, bei der eine Funktion erst geschaltet wird, wenn ein Fin-
ger die transluzente Oberfläche über einer LED schnell berührt (antippt) und mindestens
eine bestimmte Zeit, z.B. 200 ms relativ unbewegt liegen bleibt.

Das digitale Ausgangssignal S23 des Positionszählers 23 steuert im weiteren die Steuer-
einheit 24. In ihr werden das Sendeansteuersignal entsprechend auf die LEDs sowie die
beiden Verstärkereingänge der Verstärker 5,6 (Fig. 6) auf die den Sendedioden benachbar-
ten LEDs verteilt. Weiterhin kann das Ausgangssignal S23 des Positionszählers 23 (Fig. 7)
zur Steuerung einer beliebigen Wertsteuerung einer Regel/Stelleinheit 30 herangezogen
werden, z.B. für eine Lautstärkeregelung.

35

Wird die leuchtende LED in eine der beiden Endpositionen "verschoben", können allerdings
nicht mehr die wenigstens zwei benachbarten LEDs als Empfänger dienen, sondern nur

- 10 -

noch eine. Treten dabei parasitäre Reflexionen, z.B. an der translucenten Oberfläche auf, so bekommt die einzelne Empfangs-LED, z.B. LED 1a ein Signal ähnlich des eines "verschobenen" Fingers. Im Extremfall würde dieses ungewünschte Signal dazu führen, dass die Ansteuerung von LED 1a immer wieder zurück auf LED 1b springt.

5

Um dies zu verhindern, wird bei Ansteuerung von LED 1a dem Verstärker 6 (Fig. 6) ein simuliertes "Lichtsignal" geboten. Fig. 9 zeigt dazu die entsprechende Umschaltung. Schalter S1, S2 und S3 werden über die Steuereinheit 24 vom Steuersignal S23 des Positionszählers 23 (Fig. 7) angesteuert. Schalter S1 legt den Ausgang des Taktgenerators 100 an die entsprechende LED. Im Ausführungsbeispiel in Fig. 9 an die LED 1a, also ganz links außen. Schalter S3 legt den Verstärkereingang vom Verstärker 5 an die rechts benachbarte LED 1b. Schalter S2 legt den Verstärkereingang vom Verstärker 6 an einen Spannungsteiler R_1/R_2 , der am Ausgang des Taktgenerators 100 angeschlossen ist. Das Teilverhältnis des Spannungsteilers R_1/R_2 ist so zu bemessen, dass die Größe des heruntergeteilten Sendetaktsignals S100 geringfügig größer ist als das durch parasitäre Reflexion an der translucenten Oberfläche entstandene Empfangssignal von LED 1b.

10

15

20

25

Dadurch wird gewährleistet, dass bei Bewegung des Fingers über die LED-Reihe, z.B. von der Mitte her nach links über LED 1a hinweg, diese als letzte LED in der Reihe leuchtet. Wird dagegen der Finger von der Seite her über die leuchtende LED 1a hinweg zur Mitte der LED-Reihe bewegt, so wird in der Position des Fingers 2 zwischen LED 1a und LED 1b die Reflexion der sendenden LED 1a am Finger in der LED 1b ein größeres Signal hervorrufen als es vom Spannungsteiler R_1/R_2 geliefert wurde. Die Phasenlage des Signals S10 (Fig. 6) kehrt sich somit um und die Ansteuerung von LED 1a geht auf LED 1b über, bzw. folgt dem Finger 2.

30

35

Mit der bisher beschriebenen Anordnung zur Steuerung der LED-Reihe kann verständlicherweise das Licht nur in jeweils eine Richtung mit dem Finger verschoben werden. Grund dafür ist die Tatsache, dass ab einer, durch die festgelegten Schwellwerte im Fensterkomparator 22 (Fig. 7) bestimmten Entfernung des Fingers vom Mittelpunkt der aktuell leuchtenden LED das Licht vor den bewegten Finger 2 umspringt. Wird durch kontinuierliche Fingerbewegung die jetzt leuchtende LED wieder überstrichen, schaltet das Licht vor den Finger zur nächsten LED usw. Stoppt jedoch nach einem Umspringen der Finger 2 und wird zurückbewegt, verbleibt die zuletzt leuchtende LED in ihrer letzten Position. Zur Umkehr der Bewegungsrichtung muss der Finger jetzt, in Bewegungsrichtung gesehen, vor die leuchtende LED gesetzt werden. Mit nun inverser Bewegungsrichtung muß sie überstrichen werden. Jetzt folgt die Anzeige wieder der Fingerposition.

- 11 -

Da dies aber im allgemeinen Gebrauch unpraktisch ist, wird zwischen dem Vergleichs 16 (Fig. 6) und dem Fensterkomparator 22 (Fig. 7) eine Schaltung eingefügt, die dafür sorgt, dass der Lichtpunkt immer direkt der Fingerbewegung folgt. Diese Schaltungsanordnung nutzt den Effekt, dass beim Umschalten von einer LED zur nächsten LED sich die Polarität des Zähler-Steuersignals (Ausgangssignal S15) und der analogen Ausgangsspannung des Vergleichers 16 (Ausgangssignal S17) umkehrt. Dies ist einfach zu erklären, wenn man bedenkt dass die Umschaltung erfolgt, wenn sich der Finger z.B. nach rechts von der leuchtenden LED wegbewegt und die rechts von dieser LED befindliche LED eine erhöhte Reflexion wahrnimmt. Überschreitet dieser Wert eine vorbestimmte Größe, dann liefert der Fensterkomparator 22 ein entsprechendes Signal und der Positionszähler 23 (Fig. 7) zählt einen Wert "hoch" in diesem Fall also nach "rechts". Die ursprünglich leuchtende LED "springt" von der gegenüber dem Finger 2 linken Position zur Position rechts vom Finger. Die ursprünglich als Licht aussendendes Element beschaltete LED vertauscht ihre Funktion und wird zum Lichtempfänger, der sich aber nun links vom sendenden Element befindet. Da sich der Finger 2 aber noch in annähernd gleicher Position befindet, bekommt nun die links vom sendenden Element befindliche LED eine gegenüber der rechts vom sendenden Element befindlichen LED erhöhte Reflexion. Dies bedeutet aber am Ausgang der Addierstufe 10 (Fig. 6) eine Umkehrung der Phase und somit auch eine Umkehrung der Polarität des digitalen Ausgangssignals S15 und auch des analogen Ausgangssignals S17.

Fig. 10 beschreibt die Phasen und Amplitudenbeziehung des analogen Ausgangssignals S17 (Fig. 6) des Vergleichers 16 in einem solchen Fall. Position 51 bzw. LED 1a...1n zeigt die mechanische Anordnung der LEDs, 52 die zugehörige Signalwerte des analogen Ausgangssignals S17 des Vergleichers 16. 53 entspricht im dargestellten Fall einem Signal, wenn LED 1c leuchtet. Wird bei einer Fingerbewegung nach rechts mit dem Ausgangssignal S 17 des Vergleichers 16 der vorgegebene untere Schwellwert US unterschritten, zählt der Positionszähler 23 um einen Zähler hoch (54 in Fig. 10). Die Zählerstellung bestimmt, welche LED getaktet angesteuert wird (55 Fig. 10). Die fett durchgezogene Linie 56 zeigt den Verlauf des Ausgangssignals S17 des Vergleichers 16, wenn ein Finger 2 von links nach rechts über die LED-Reihe bewegt wird.

Im Fall des Umschaltens wird der Schwellwert OS des Fensterkomparators 22 wieder - in anderer Polarität - überschritten und dadurch der Positionszähler 23 wieder zurückzählen. Eine ständige Umschaltung der LED-Positionen symmetrisch zum Finger 2 wäre die Folge. Die leuchtenden LEDs folgen dem Finger 2 in der Weise, dass bei Position des Fingers mit-

- 12 -

tig auf einer LED nur diese leuchtet, während bei Positionierung des Fingers zwischen zwei LEDs beide in schnellem Wechsel leuchten.

Aus Toleranzgründen kann jedoch nach einem ersten Überschreiten des Schwellwertes US ein Umschalten erfolgen, worauf wiederum der Schwellwert OS überschritten wird und ein zweites Umschalten zurück zur Ursprungsposition erfolgt, jedoch der Schwellwert US dieses Mal nicht unterschritten wird, so dass ein weiteres Umschalten nicht unbedingt gewährleistet ist. Bei Bewegung des Fingers über die LED-Reihe kann dadurch die Anzeige "stehenbleiben".

10

Fig. 11 zeigt das analoge Ausgangssignal S17 (Fig. 6) des Vergleichers 16 der Positionserkennung. Im Abschnitt 61 bewegt sich der Finger 2 von der Mitte der sendenden LED z.B. nach rechts, das analoge Ausgangssignal S17 des Vergleiches 16 steigt entsprechend an. Trifft es auf den oberen Schwellwert OS, wird die LED-Ansteuerung zur nächsten, rechts liegenden LED weitergeschaltet. Dadurch kehrt sich das Vorzeichen des Ausgangssignals um (62) und das Signal erreicht den unteren Schwellwert US. Die LED-Ansteuerung schaltet zurück zur vorherigen LED. Selbstverständlich schalten auch die als Empfänger beschalteten LEDs entsprechend um.

20

Stellen sich unerwünschte Toleranzen ein, z.B. durch einen Kratzer auf der transluzenten Oberfläche, kann die Situation eintreten, dass die LED zwar "umspringt", weil der obere Schwellwert OS einwandfrei erreicht wurde (63, Fig. 11), danach jedoch der untere Schwellwert US nach Wechsel des Vorzeichens nicht mehr unterschritten wird (64, Fig. 11). Kehrt der Bediener in dieser Situation die Richtung der Fingerbewegung um, weil z.B. der Bediener von diesem eingestellten Wert wieder zurück will, erfolgt keine Reaktion der Anzeige, sie verbleibt trotz Bewegung des Fingers in ihrer Position. Diese Fehlfunktion kann auf einfache Weise dadurch verhindert werden, dass nach jedem Wechsel der LED das Ausgangssignal S17 in seiner vollen Größe von Null aus genutzt wird. Bisher hatte es den Spannungsbereich vom oberen Schwellwert OS, durch Null hindurch zum unteren Schwellwert US zu durchlaufen. Bei einem zweiten Schaltvorgang zurück zur Ausgangsstellung bestand ein Unsicherheitsfaktor beim erneuten Erreichen des unteren Schwellwertes US. Wird jedoch das momentane Ausgangssignal S17 des Vergleichers 16 im Umschaltmoment auf "0" referenziert, beginnt das Δ des Signals bei Null und überschreitet somit den jeweiligen Schwellwert mit doppelter Amplitude, was eine unbedingte Schaltsicherheit gewährleistet.

35

- 13 -

In Fig. 12 bildet ein aus R_3 und C_3 ausgeführter Tiefpaß eine Verzögerung für das Signal S17 des Vergleichers 16. Kondensator C_2 bildet zusammen mit Schalter S4 eine Referenziereinheit. Buffer B dient nur zur elektrischen Trennung der Referenziereinheit C_2/S_4 vom Tiefpaß R_3/C_3 . D1 stellt eine Differenziervorrichtung für ein Zählsignal des Positionszählers 23 dar. Bei jeder Veränderung des Zahlenwertes S23 des Positionszählers 23 wird über Signalleitung SD1 ein kurzer Impuls an Schalter S4 gelegt und bei geschlossenem Schalter S4 der Kondensator C_2 auf Null entladen. Das Ausgangssignal S17 des Vergleichers 16 hat auf Grund der verzögernden Tiefpaßwirkung des Tiefpaß R_3/C_3 am Ausgang des Buffers B während der Schaltzeit von Schalter S4 nur eine unwesentliche Änderung erfahren, so dass nahezu das gesamte Δ des Ausgangssignals S17 am Eingang des Fensterkomparators 22 zur Geltung kommen kann. Selbstverständlich ist Null nur ein Beispiel für einen vorgegebenen oder vorgebbaren Wert. Eine Referenzierung kann auch auf einen anderen bestimmten vorgegebenen oder vorgebbaren Wert erfolgen, so dass nach dem Umschalten mit einem Teil des Ausgangssignals S17 der nächste Schwellwert US oder OS erreicht wird.

Mit der Schaltung nach Fig. 12 wird gewährleistet, dass jede Fingerbewegung einwandfrei erfaßt wird und die leuchtende LED immer der Fingerbewegung folgt. Dabei leuchtet nur eine LED, wenn der Finger sich mittig auf ihr, und zwei benachbarte LEDs, wenn er sich zwischen ihnen befindet. Im letzten Fall wechselt die Stellung der leuchtenden LED wechselseitig mit einer durch den Tiefpaß R_3/C_3 bestimmten Frequenz. Bei entsprechender Bemessung kann sie höher liegen als mit dem Auge wahrnehmbar, so dass ein kontinuierliches Leuchten wahrgenommen wird. Analog zur Fingerstellung zwischen den beiden LEDs stellt sich eine entsprechende Intensitätsverteilung der Leuchtstärke ein. Im Ausführungsbeispiel hat R_3 10 k Ω , R_4 1 M Ω , R_5 10k Ω , R_6 1k Ω und R_7 10k Ω . C_2 hat einen Wert von 0,1 μ F und C_3 einen Wert von 10 nF.

Fig. 13 zeigt das analoge Ausgangssignal S17 am Ausgang des Buffers B (Fig. 12), wenn ein Finger über die LED-Reihe bewegt wird, ohne dass Schalter S4 betätigt wird. Fig. 14 zeigt das gleiche analoge Ausgangssignal S17 jedoch am Eingang des Fensterkomparators 22, wenn der Schalter S4 bei jedem Positionswechsel das Signal S17 auf Null referenziert (71 in Fig. 14). Die gestrichelten Linien 72, 73 entsprechen dem Signal, wenn kein weiteres Umschalten erfolgen würde. Es ist deutlich zu sehen, dass das Ausgangssignal S17 nach Referenzierung 71 den Schwellwert OS bzw. US sicher überschreiten würde und somit zu einem einwandfreien Schaltvorgang führt. Die steile Flanke entsteht bei der Referenzierung 71, wenn Schalter S4 kurzzeitig während des Positionsschaltvorganges den Kondensator auf "0" entlädt. Damit die Eingangsspannung des Fensterkomparators 22

- 14 -

nicht aufgrund des geöffneten Schalters S4 "wegdriftet", ist parallel zum Schalter S4 ein hochohmiger Widerstand R_4 geschaltet. Die Gleichwertenkoppelung über Kondensator C_2 und Widerstand R_4 verhindert zusätzlich auch den Einfluß von Störgrößen, z.B. einer Asymmetrie am Ausgang des Vergleichers 16 aufgrund von Kratzern auf der transluzenten
5 Oberfläche. Die durch die Störgröße auftretende Signalabweichung von Null bei entferntem Finger wird nach dem Kondensator C_2 automatisch zu Null referenziert.

Offt sollte jedoch bei einer Fingerstellung zwischen 2 benachbarten LEDs zur leichteren Auswahl nur eine der beiden LEDs leuchten. Und zwar diejenige, die dem steuernden Finger am nächsten ist. In dem bisher beschriebenen Ausführungsbeispiel leuchten beide
10 LEDs abwechselnd, ausführungsgemäß auch so schnell, dass es für das Auge wie ein kontinuierliches Leuchten erscheint. Fig. 15 zeigt das vom Ausgangssignal S17 abgeleitete Signal V1 am Eingang des Fensterkomparator 22 in Fig. 12, wenn sich der Finger 2 zwischen zwei LEDs befindet. AP zeigt die Aktivierungsphasen der beiden LEDs n und $n+1$.

15 Damit in dieser Situation eine Entscheidung für eine der beiden LEDs getroffen werden kann, wird mit einem Hysteresedetektor 84 (Fig. 16) als Entscheidungshilfsmittel ein Steuersignal S84 für die beiden Schwellwerte OS und US erzeugt. Der Hysteresedetektor 84 überwacht den Zählwert des Positionszähler 23 (Fig. 7) auf periodische Zählvorgänge mit maximalen Zählschritten ± 1 . Erscheint eine solche Schaltfolge im Zählwert S23 für eine
20 Periodenzahl (z.B. größer 5) in einer vorbestimmten Zeit, öffnet der Hysteresedetektor 84 den Schalter S5. Dies ist immer dann der Fall, wenn sich ein Finger zwischen zwei benachbarten LEDs befindet. Öffnet Schalter S5, lädt sich der Kondensator C_5 vom durch den Spannungsteiler R_5 , R_6 , R_7 vorgegebenen Schwellwert auf, also zu einem höheren Potential hin. Dabei steigt der obere Schwellwert an, während der untere absinkt.

Die Steuereinrichtung 24 schaltet also zwischen benachbarten Leuchtdioden hin- und her, wenn der Finger 2 unverändert zwischen benachbarten Leuchtdioden stehen bleibt, und erhöht die Empfindlichkeit für die Positionserfassung, bis ein vorgegebener Wert überschrit-
30 ten ist. Damit wird bei mehrmaligem Hin- und Herschalten ein Entscheidungshilfsmittel aktiviert, das solange das Empfangselement immer unempfindlicher schaltet, bis die dem Objekt näher liegende Leuchtdiode eindeutig bestimmbar ist. Anschließend geht das Entscheidungshilfsmittel wieder in den für die Erfassung einer weiteren Bewegung des Fingers 2 empfindlichen Zustand über.

35

Fig. 17 zeigt die Veränderung des Schwellwertes OS und US. Im Zeitraum t_1 hat der Hysteresedetektor 84 mindestens fünf Schaltvorgänge zwischen zwei benachbarten LEDs er-

- 15 -

kannt und das Steuersignal S84 auf "low" gesetzt, so dass der Schalter S5 geöffnet wurde. Dieser Zustand dauert so lange an, bis das Signal V1 nicht mehr die Schwellwerte überschreitet (81 Fig. 17) und nur noch eine LED leuchtet. Dies wird vom Hysteresedetektor 84 registriert und er schließt Schalter S5 wieder. Die Zeitkonstante des Kondensators C₃ und
5 des Widerstands R₅ ist so zu bemessen, dass sie größer ist als die Zeitkonstante von C₂ und R₄, um eine einwandfreie Referenzierung des Signals V1 zu gewährleisten. Jetzt hat die Schaltungsanordnung wieder ihre ursprüngliche Empfindlichkeit für die Detektion der Fingerbewegung erreicht. Die Umschaltung der Schwellwerte OS und US kann so schnell erfolgen, dass ein gleichzeitiges Leuchten von zwei LEDs nur so kurz während der Finger-
10 bewegung auftritt, dass es mit dem Auge nicht wahrgenommen wird.

Für einen besseren Komfort kann zusätzlich noch eine – hier nicht näher bezeichnete – Schaltung eingefügt werden, die bei einer versehentlichen Verschiebung des Fingers 2 beim Entfernen zu keiner Positionsverschiebung der LEDs und somit des gewünschten
15 Regelwertes führt. Dazu wird das Abstandssignal S21 ausgewertet. Zeigt dies eine Entfernung des Fingers bei gleichzeitiger Positionsänderung an, so wird diese Positionsänderung entsprechend ignoriert, z.B. durch Sperren des Positionszählers 23. Vorzugsweise kann auch ein Wert der Abweichung vom letzten Signal von z.B. 10 % vorgegeben werden. Wird dieser Wert beim Entfernen des Objekts überschritten, wählt die Steuereinrichtung 24 die
20 Leuchtdiode aus, an der das Objekt zuletzt länger als eine vorgegebene Verweilzeit, z.B. t28 verweilt hat.

Trotz der scheinbar umfangreichen Signalauswertung ist eine Berührungs-sensitive LED-Reihe als IC (Integrated Circuit) mit externen LEDs durchaus einfach zu realisieren. Eine
25 derartige Anordnung kann z.B. direkt als "Lautstärkeregler" eingesetzt werden, einen digitalen Datenstrom bearbeiten oder auch nur die "Position" ausgeben (Fig. 18a,b,c). Es können auch Maßnahmen getroffen werden, damit nach dem Abschalten der Versorgungsspannung der aktuelle Zählerstand des Positionszählers 23 bis zum nächsten Aktivieren erhalten bleibt. Im Gegensatz zu mechanischen Schiebereglern (Fig. 19), die in der Regel einen
30 geraden Schiebereich von einem Punkt A zu einem Punkt B aufweisen, kann die Berührungs-sensitive LED-Reihe in jeglicher gewünschten Darstellungsform realisiert werden z.B. bogenförmig oder rund (Fig. 20/21). Zur Verlängerung des Arbeitsweges können LED-Reihen auch kaskadiert werden. Verbindet man entsprechend die Funktion einer letzten LED in einer Reihe funktionell mit einer ersten LED der selben Reihe, kann auf einfache
35 Weise ein virtueller Drehknopf erzeugt werden (Fig. 22).

In der Regel wird die Regel/Stelleinheit 30 nur eine Anzeige, d.h. nur ein leuchtendes Element aufweisen. Selbstverständlich kann jedoch das Prinzip – 1 Sender, 2 Empfänger um den Sender in geringem oder großem, gleichmäßigem oder ungleichmäßigem Abstand gruppiert – auch umgedreht werden. Dann senden zwei Sender wechselseitig, ein mittig
5 zwischen den beiden Sendern angeordneter Empfänger wertet das reflektierte Signal aus. Eine solche Schaltungsanordnung, jedoch ohne die für die Berührungssensitive LED-Reihe nötige Positionsveränderung ist in der älteren deutschen Patentanmeldung 101 33 823.6 beschrieben. Durch eine automatische Ausregelung des Empfangssignals zu Null werden in oben genannter Schaltungsanordnung möglicherweise störende Fremdlichtein-
10 flüsse vollständig vermieden.

Bei einer Anordnung mit 2 Sendeelemente wird der Finger auf die "Lücke" zwischen den beiden Sendeelementen positioniert und dann durch Bewegung des Fingers in die gewünschte Position verschoben. Selbstverständlich kann auch hier ein "Antippen" der "Lücke"
15 "cke" zuerst eine weitere Möglichkeit des Verschiebens aktivieren (Fig. 24).

Fig. 25 zeigt ein vollständiges Blockdiagramm der "Berührungssensitiven LED-Reihe".

Unter Umständen kann es auch erwünscht sein, eine gewählte Einstellung der Regel/Stelleinheit schnell zu ändern. Bisher war meist von einem Antippen der leuchtenden LED oder der Lücke die Rede. Es ist allerdings auch möglich die gesamte LED-Reihe nach
20 erfolgter Einstellung, also wenn z.B. erkannt wurde, dass sich das betätigende Objekt entfernt hat, in regelmäßigen Intervallen z.B. mit einer für das menschliche Auge nicht sichtbaren Frequenz anzusteuern, um zu überprüfen, ob und wo sich ein Objekt nähert oder wo
25 angetippt wird, und dort z. B. nach dem Antippen die LED als Anzeige zu übernehmen und auch die Regel/Stelleinheit entsprechend anzusteuern.

Es versteht sich von selbst, dass diese Beschreibung verschiedensten Modifikationen, Änderungen und Anpassungen unterworfen werden kann, die sich im Bereich von Äquivalen-
30 ten zu den anhängenden Ansprüchen bewegen.

Bezugszeichenliste

	1a ... 1n	Leuchtdioden (LED)	54	Zähler
	2	Finger	55	Zählerstellung
5	2a ... 2n	Verstärker	56	Linie in Fig. 10
	3a ... 3n	Treiber	61	Abschnitt in Fig. 11
	3,4	DC-Kompensation	45 62,63	Positionen in Fig. 11
	5,6	Verstärker	71	Referenzierung
	7,8	Ausgangssignale	72,73	Linien
10	9	Invertierungsschaltung	81	Abschnitt in Fig. 17
	10	Additionsstufe	84	Hysteresedetektor
	S10	Signal	50 S84	Steuersignal
	11	Synchrondemodulator	91	Zählwerk
	12,13	Einzel-signale	92	Anzeigentreiber
15	14	Komparator	93	Steuervorrichtung
	S15	digitales Ausgangssignal	94,95	analoges Audiosignal
	16	Vergleicher	55 100	Taktgenerator
	S17	analoges Ausgangssignal	S100	Sendesignal an LED
	18	Additionsstufe	200	Inverter
20	19	Synchrondemodulator	300	Verstärker (Fig. 3)
	20	Bufferstufe	AP	Aktivierungsphase
	S21	Abstandssignal	60 B	Buffer
	22	Fensterkomparator	C ₂ , C ₃	Kondensator
	S22	Ausgangssignal	D ₁	Differenziervorrichtung
25	23	Positionszähler	LED	Leuchtdiode
	S23	Zählwert	R ₁ /R ₂	Spannungsteiler
	24	Steuereinheit	65 R ₃ /C ₃	Tiefpass
	25	Auswerteschaltung	R ₄	Widerstand
	26	Hochpaßfilter	R ₅ , R ₆ , R ₇	Spannungsteiler
30	S26, S27	Ausgangssignal	R ₁₀	Vorwiderstand (Fig. 3)
	27	Komparator	rt	retriggern von 29 in Fig. 7
	28,29	Timer	70 S1,S2,S3,S4,S5	Schalter
	30	Regel/Stelleinheit	Sa,Sb	Schalter
	37	Scheibe	Sts	Steuersignal
35	44,45	Signalverteilungsstufen	t ₁	Zeitraum
	47	Richtungsentscheidungs-einheit	t _x , t _y	Phasen
	51	Position der LED (Fig. 10)	75 T1,T2	Tasten
	52	Signalwert S17	US,OS	unterer und oberer Schwellwert
40	53	Signal von LED 1c	V1	Signal

Ansprüche

1. Schaltung mit einer optoelektronische Anzeigeeinheit zur diskreten Anzeige der Einstellung einer Regel-/Stelleinheit (30) mit
 - 5 - wenigstens einem Erfassungselement zur Erfassung der Betätigung der Regel-/Stelleinheit (30) mittels einem Objekt, wie z. B. einem Finger (2), zur Änderung der Einstellung der Regel/Stelleinheit, wobei das Erfassungselement bei Betätigung ein der gewünschten Änderung entsprechendes Ausgangssignal (S23) liefert,
 - mehreren, zumindest in einer Richtung, im Wesentlichen nebeneinander in Reihe
10 angeordneten, Lichtstrahlung aussendenden Leuchtdioden (1a,...,1n), die als Anzeigeelemente der Anzeigeeinheit ausgebildet sind,
 - einer Steuereinrichtung (24), die in Abhängigkeit des vom Erfassungselement erzeugten Ausgangssignals wenigstens eine der Leuchtdioden (1a,...,1n) zur Anzeige der jeweiligen Einstellung als auch die Regel/Stelleinheit (30) zur Änderung der
15 Einstellung ansteuert,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (24) wenigstens eine der Leuchtdioden, die Erfassungselemente als auch die Regel/Stelleinheit (30) auf Grund des Ausgangssignals (S23), das in Abhängigkeit der Bewegung des Objekts relativ zu der Lichtstrahlung aussendenden Leuchtdiode (1c) gebildet ist, der Bewegung des Objekts
20 folgend ansteuert und dass entweder wenigstens zwei für die Lichtstrahlung der Leuchtdioden (1a,...,1n) empfindliche Empfangselemente vorgesehen sind, die als Erfassungselemente die von wenigstens einer Leuchtdiode (1c) ausgesandte und von dem Objekt (2) reflektierte Lichtstrahlung erfassen, oder dass wenigstens ein für die Lichtstrahlung der Leuchtdioden (1a,...,1n) empfindliches Empfangselement vorgesehen
25 ist, das als Erfassungselement die von wenigstens zwei Leuchtdioden (1c) ausgesandte und von einem Objekt (2) reflektierte Lichtstrahlung erfasst, wobei in beiden Fällen die Steuereinrichtung (24) das oder die der die Lichtstrahlung aussendenden Leuchtdiode (1c) benachbarten Empfangselement(e) (1b,1d), sobald die Steuereinrichtung (24) die Anzeigeeinheit aufgrund des Ausgangssignals (S23) auf die nächste
30 Leuchtdiode in einer Richtung weiterschaltet, auch in derselben Richtung weiterschaltet.
2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Empfangselement eine der Leuchtdioden (1b,1d) ist, die zumindest zeitweise so angesteuert ist, dass sie bei
35 Beleuchtung eine Spannung erzeugt.

- 19 -

3. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtdioden (1a,...,1n) zeitsequentiell als Sender und Empfangselement betrieben sind.
- 5 4. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diejenigen Leuchtdioden (1b,1d), die der die Lichtstrahlung aussendenden Leuchtdiode (1c) unmittelbar benachbart sind, als Empfangselement betrieben sind, und dass, sobald die Steuereinrichtung (24) die Anzeigeeinheit aufgrund des Ausgangssignals (S23) auf die nächste Leuchtdiode weiterschaltet, auch die benachbarten als Empfangselement betriebenen Leuchtdioden in derselben Richtung weiterschalten.
10
5. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Leuchtdiode (1c) ausgesandte Lichtstrahlung von einem Taktgenerator (100) moduliert ist und dass den Empfangselementen ein Synchrondemodulator (11) zur Erkennung des modulierten vom Objekt (2) reflektierten Licht nachgeschaltet ist.
15
6. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorrichtung zur Erkennung des Antippens der Leuchtdiode (1a,...,1n) vorgesehen ist, die einen Timer (28) wirksam schaltet, der die Betätigung der Anzeigeeinheit freigibt.
20
7. Schaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtdioden (1a,...,1n) und die Empfangselemente wenigstens zwei Reflexionsstrecken ausbilden und dass zur Erkennung des Antippens die daraus anstehenden Einzelsignale (12,13) einer Additionsstufe (18) zur Bildung eines Abstandssignals (S21) von der Oberfläche der Leuchtdiode zugeführt werden.
25
8. Schaltung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Erkennung des Antippens ein Bewegungsmuster als Antippen erkennt, das die Annäherung eines Objekts, das abrupte Abbremsen des Objekts an einer angetippten Fläche sowie ein Verweilen auf der Fläche für eine vorgegebene Zeit (t28) umfasst.
30
9. Schaltung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Erkennung des Antippens nur ein mehrmaliges Antippen als Antippen erkennt.
35

- 20 -

10. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtdioden (1a,...,1n) und die Empfangselemente wenigstens zwei Reflexionsstrecken ausbilden und dass ein Komparator (14) die daraus anstehenden Einzelsignale (12,13) zur Entscheidung über die Bewegungsrichtung zur Erzeugung eines digitalen Ausgangssignals (S15) vergleicht.
11. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtdioden (1a,...,1n) und die Empfangselemente wenigstens zwei Reflexionsstrecken ausbilden und dass ein Vergleichler (16) die daraus anstehenden Einzelsignale (12,13) zur Entscheidung über den Umschaltzeitpunkt zwischen zwei benachbarten Leuchtdioden unter Bildung eines analogen Ausgangssignals (S17) für die Position des Fingers (2) vergleicht.
12. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Simulationsschaltung bei einer randständigen Leuchtdiode (1a) ein Lichtsignal auf der von der randständigen Leuchtdiode (1a) benachbarten Leuchtdiode (1b) abgewandten Seite simuliert.
13. Schaltung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Simulationsschaltung ein Spannungsteiler (R_1/R_2) vorgesehen ist, dessen Teilverhältnis so bemessen ist, dass das heruntergeteilte Sendetaktsignal (S100) des Taktgenerators (100) auf der simulierten Seite geringfügig größer ist als das durch parasitäre Reflexion an der transluzenten Oberfläche entstandene Empfangssignal der benachbarten Leuchtdiode (1b).
14. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (24) aufgrund der Ausgangssignale die Leuchtdioden so steuert, dass sich die das Anzeigeelement bildende Leuchtdiode (1c) unter dem Objekt, wie z.B. dem Finger (2) befindet.
15. Schaltung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (24), wenn der Finger (2) unverändert zwischen benachbarten Leuchtdioden stehen bleibt, zwischen benachbarten Leuchtdioden hin- und herschaltet, und die Empfindlichkeit für die Positionserfassung erhöht, bis ein vorgegebener Wert überschritten ist.
16. Schaltung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das bei mehrmaligem Hin- und Herschalten ein Entscheidungshilfsmittel aktiviert wird, das solange das

- 21 -

Empfangselement immer unempfindlicher schaltet, bis die dem Objekt näher liegende Leuchtdiode auswählbar ist, und das dann wieder in den für die Erfassung einer weiteren Bewegung des Fingers (2) empfindlichen Zustand übergeht.

- 5 17. Schaltung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass, dass das Entscheidungshilfsmittel ein Hysteresedetektor (84) ist.
18. Schaltung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal (S17) im Zeitpunkt des Umschaltens auf einen bestimmten vorgegebenen oder vorgebbaren Wert referiert wird, so dass nach dem Umschalten mit einem
10 Teil des Ausgangssignals (S17) der nächste Schwellwert (US;OS) erreicht wird.
19. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgangssignal (S17) für die Position des Objekts ignoriert wird, wenn sich zugleich das Abstandssignal (S21) unter Entfernung des Objekts von der Leuchtdiode
15 (1c) ändert.
20. Schaltung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn sich das Ausgangssignal (S17) für die Position des Objekts beim Entfernen um mehr als einen vorgegebenen Wert ändert, die Steuereinrichtung (24) die Leuchtdiode auswählt, an der
20 das Objekt zuletzt länger als eine vorgegebene Verweilzeit (t_{28}) verweilt hat.
21. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Speichermittel vorgesehen sind, die die letzte Einstellung auch im stromlosen Zustand
25 speichern.
22. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Reihen von Leuchtdioden (1a,...,1n) zur Verlängerung des Arbeitsweges kaskadiert sind.
30
23. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die letzte Leuchtdiode (1n) einer Reihe funktionell mit der ersten Leuchtdiode (1a) derselben Reihe unter Bildung eines virtuellen Drehknopfs verbunden ist.
- 35 24. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtdioden (1a,...,1n) bogen- oder kreisförmig angeordnet sind.

- 22 -

25. Schaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (24) alle Leuchtdioden (1a,...,1c) bis zur Position des Objekts bzw. bis zur Position des Empfangselements als Anzeigeelemente zur Bildung eines
- 5 Leuchtbands schaltet.

1/16

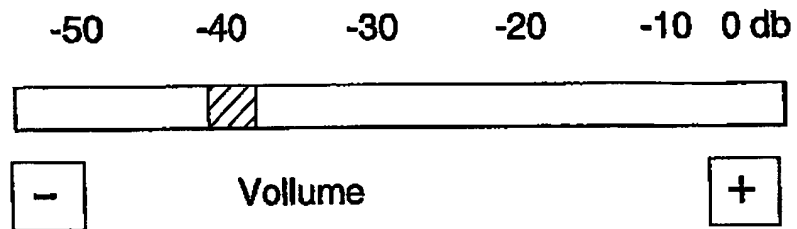


FIG. 1

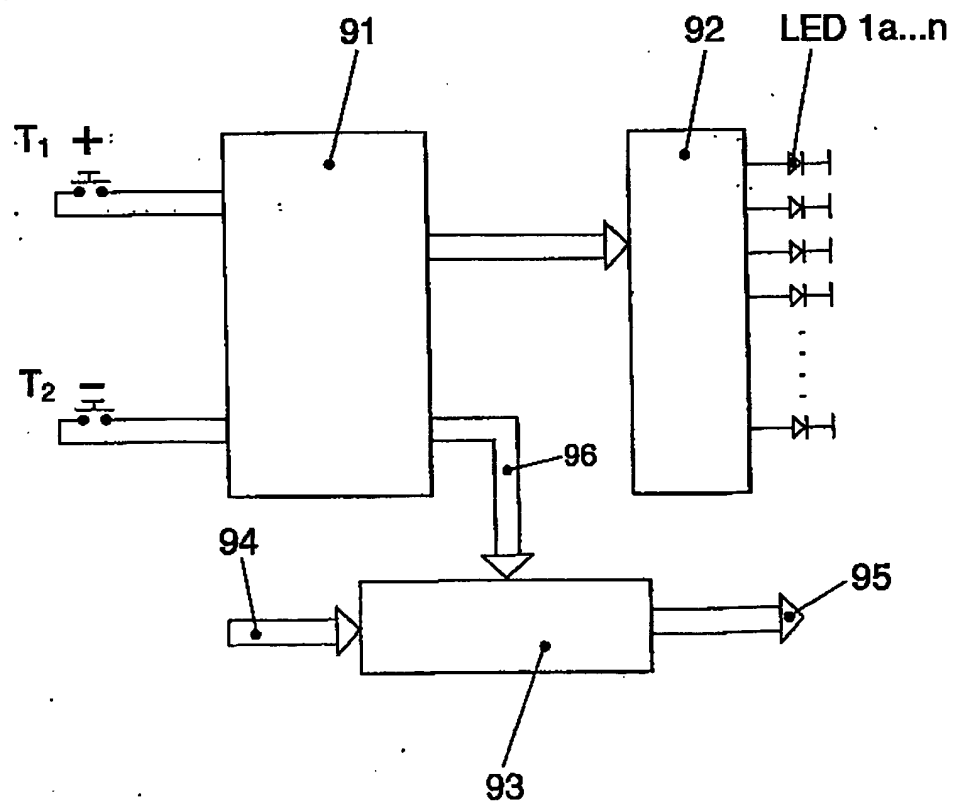


FIG. 2

(prior art)

2/16

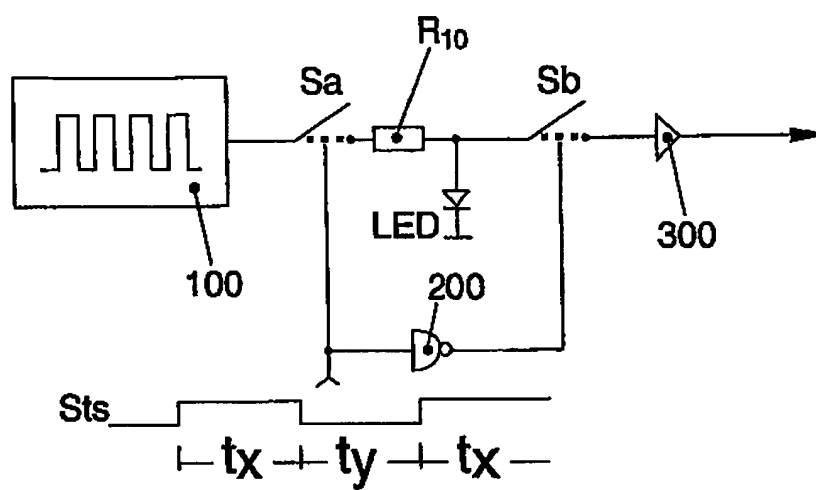


FIG. 3

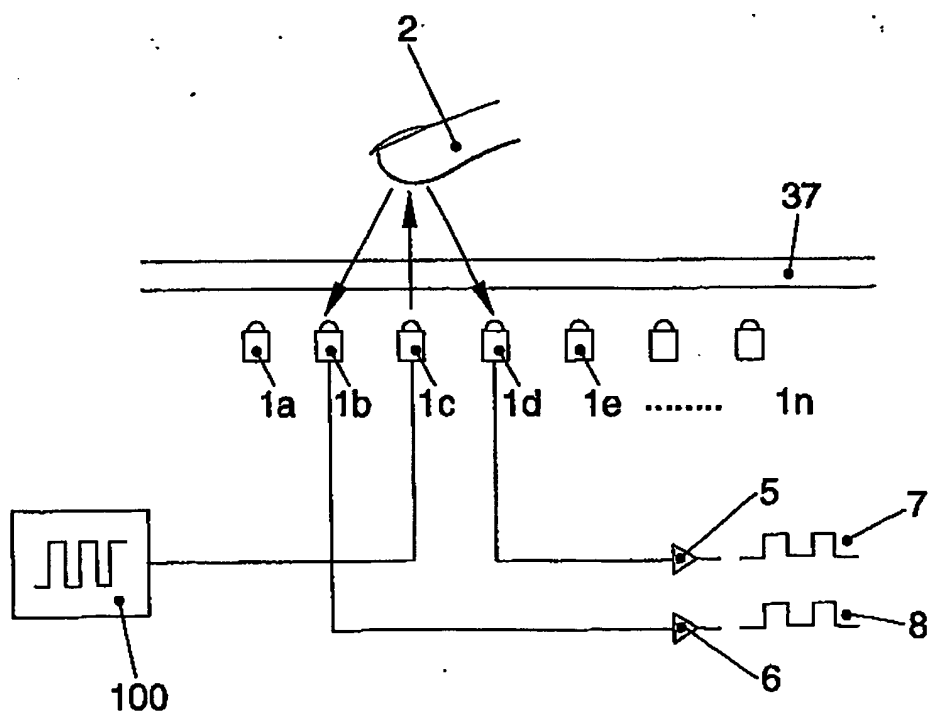


FIG. 4

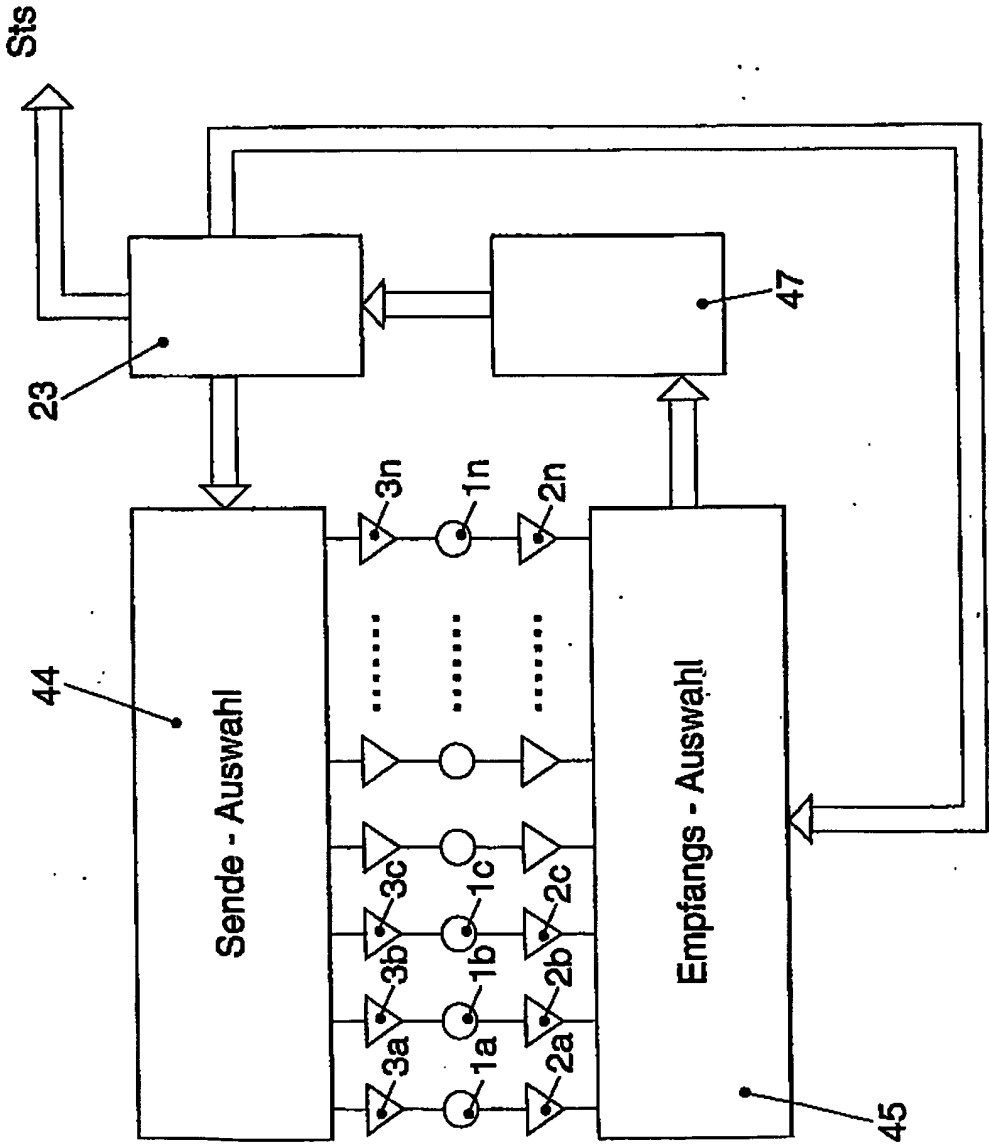


FIG. 5

4/16

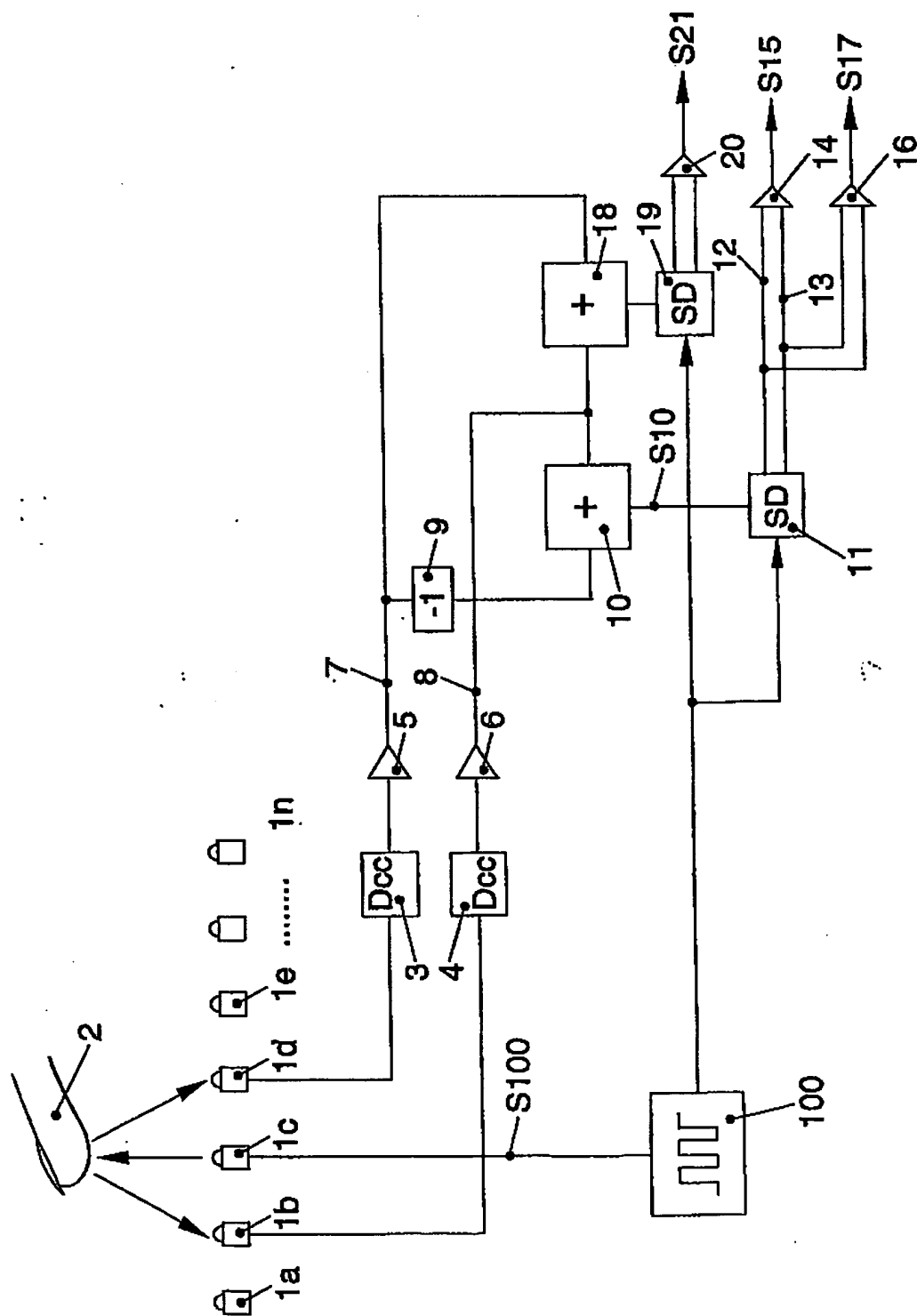


FIG. 6

5/16

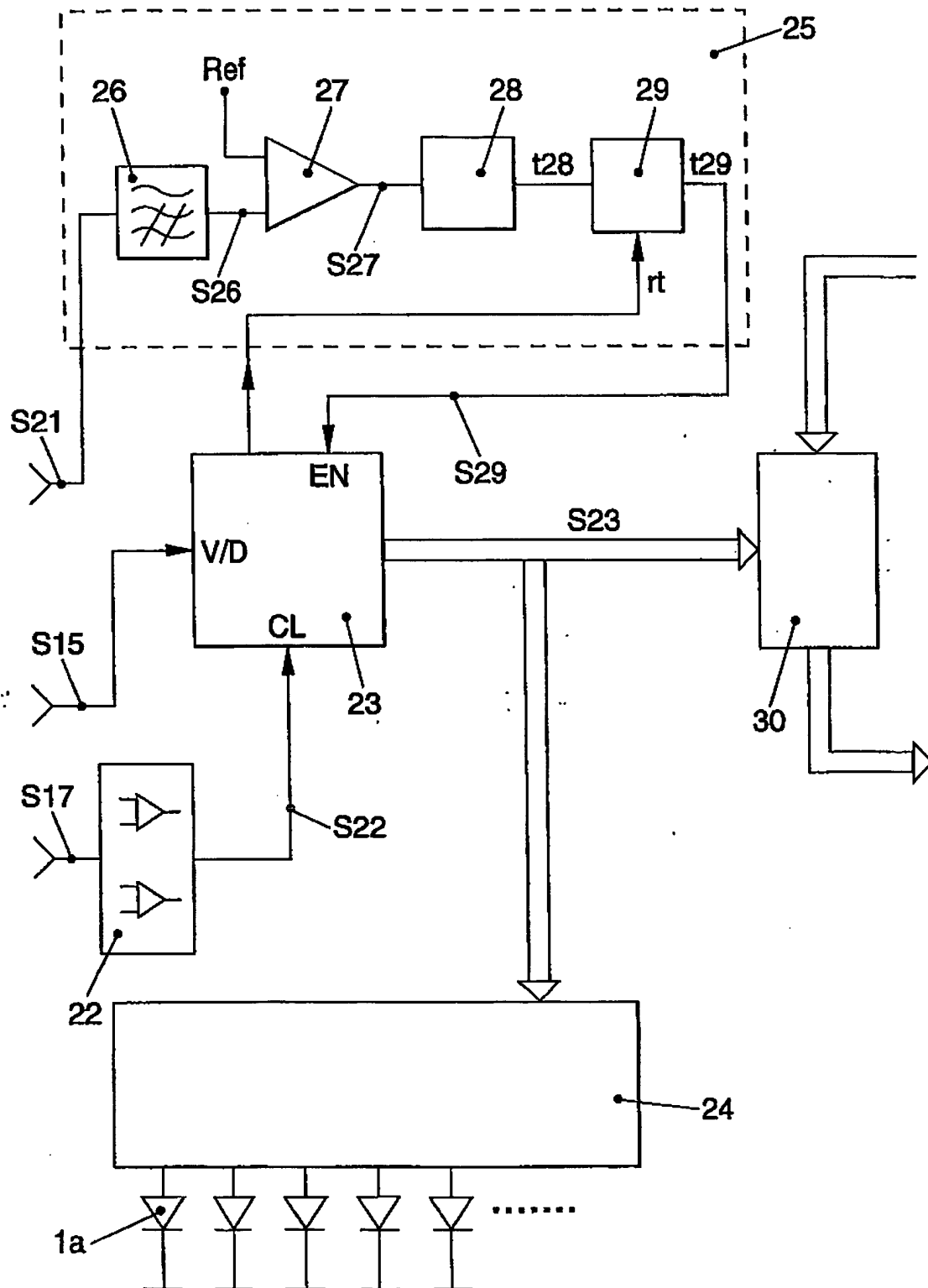


FIG. 7

6/16



FIG. 8a

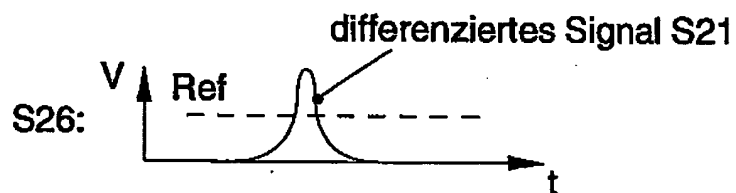


FIG. 8b

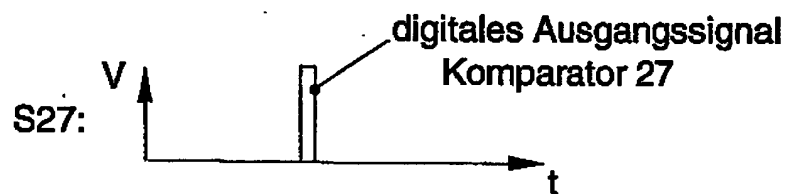


FIG. 8c

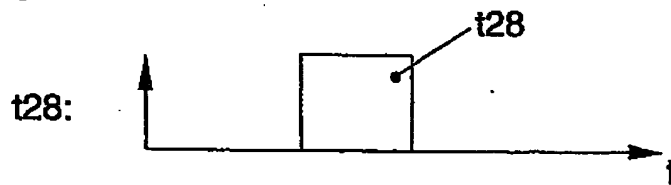


FIG. 8d

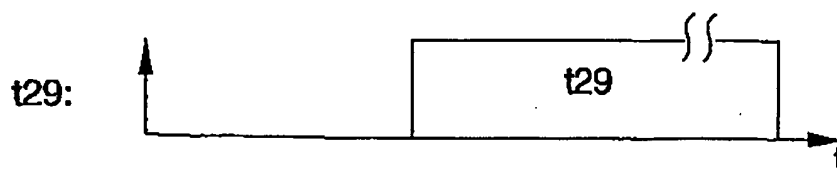


FIG. 8e

7/16

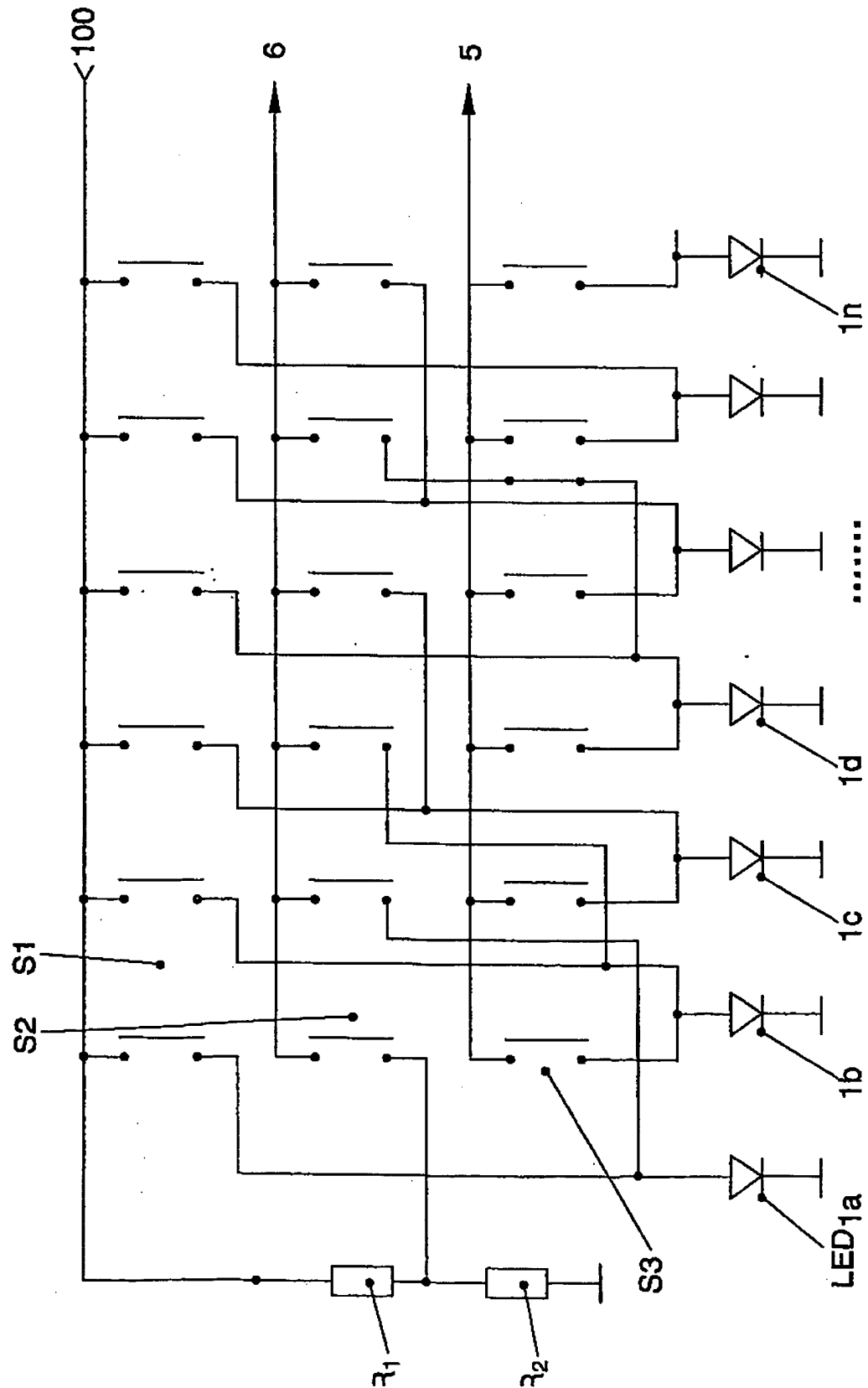


FIG. 9

8/16

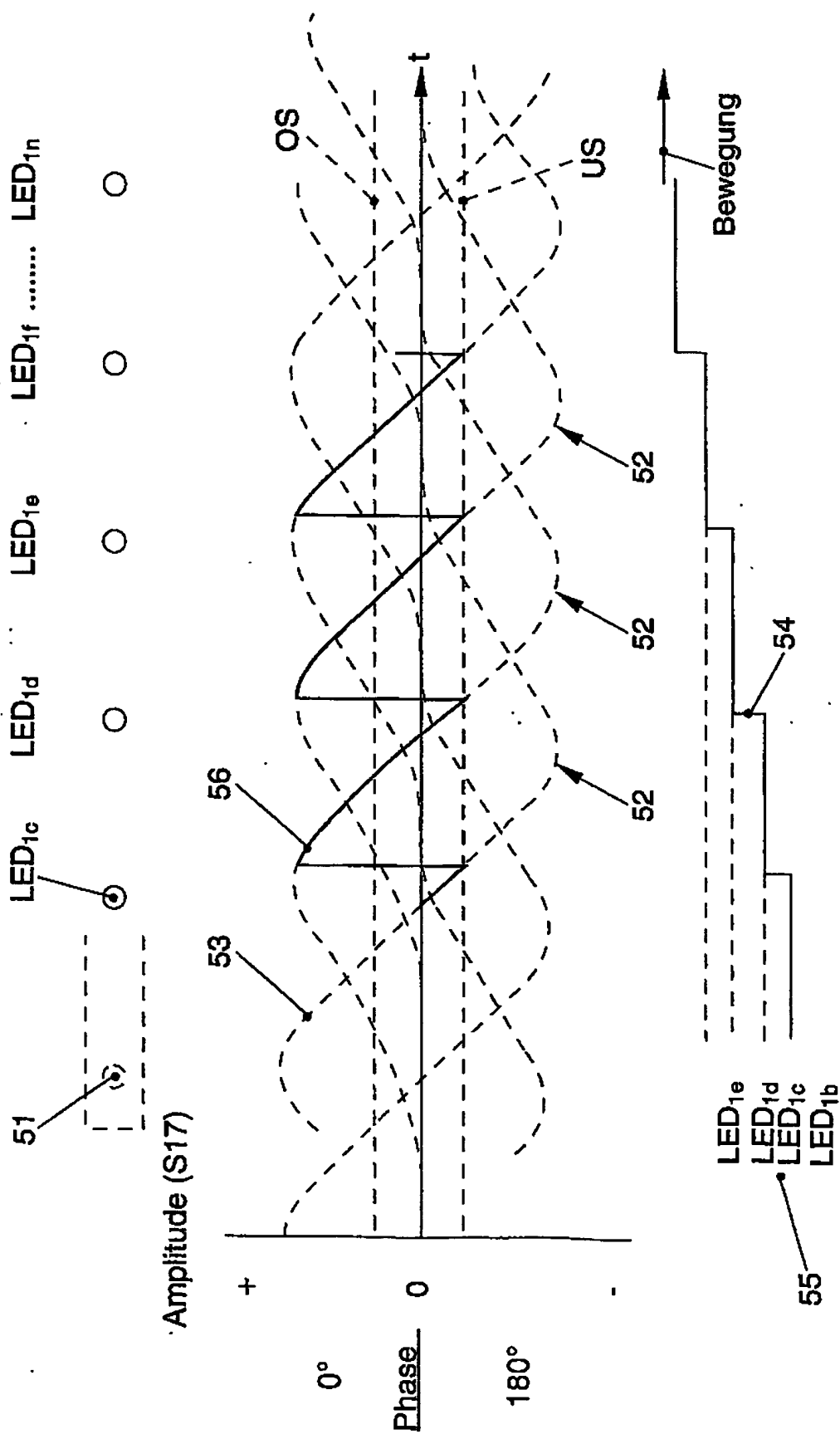


FIG. 10

9/16

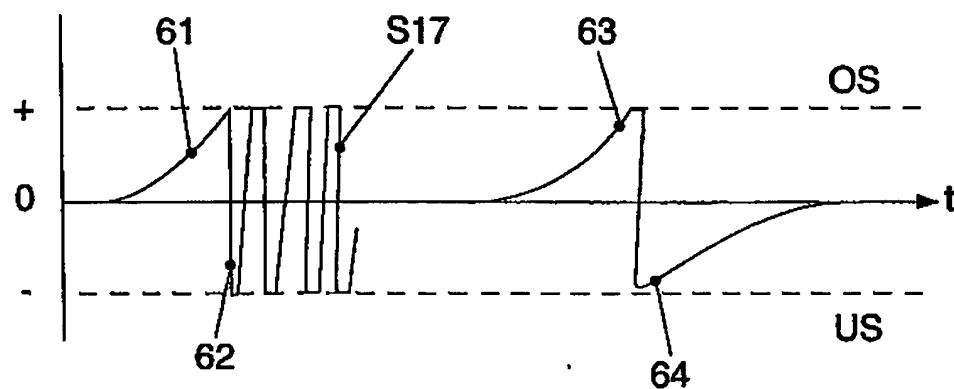


FIG. 11

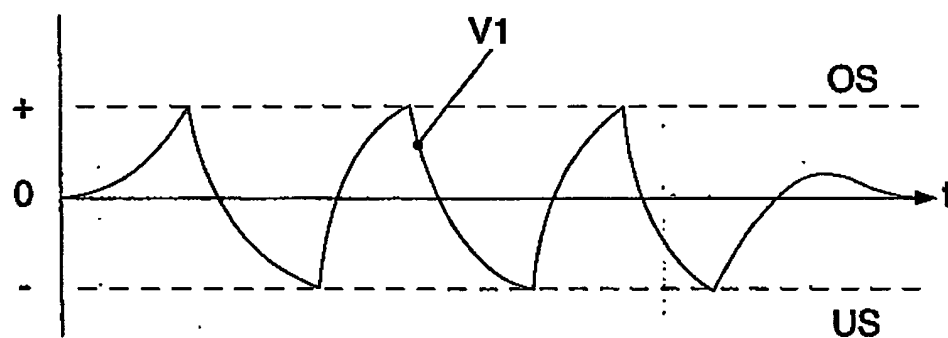


FIG. 13

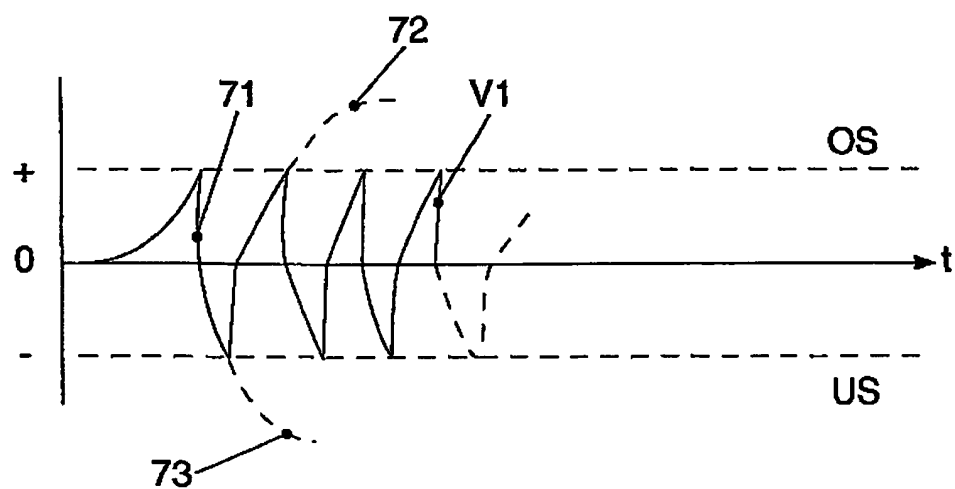


FIG. 14

10/16

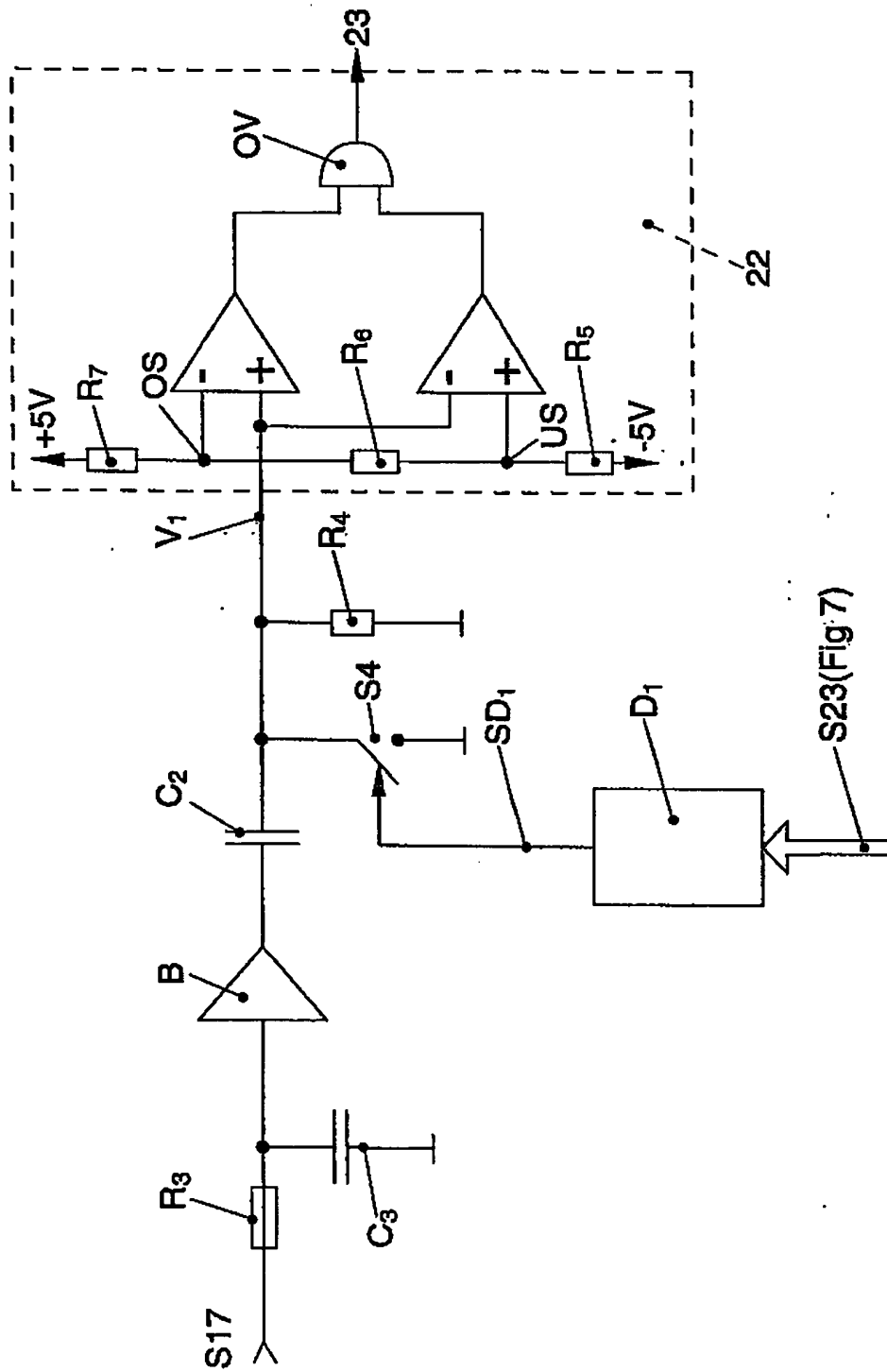


FIG. 12

11/16

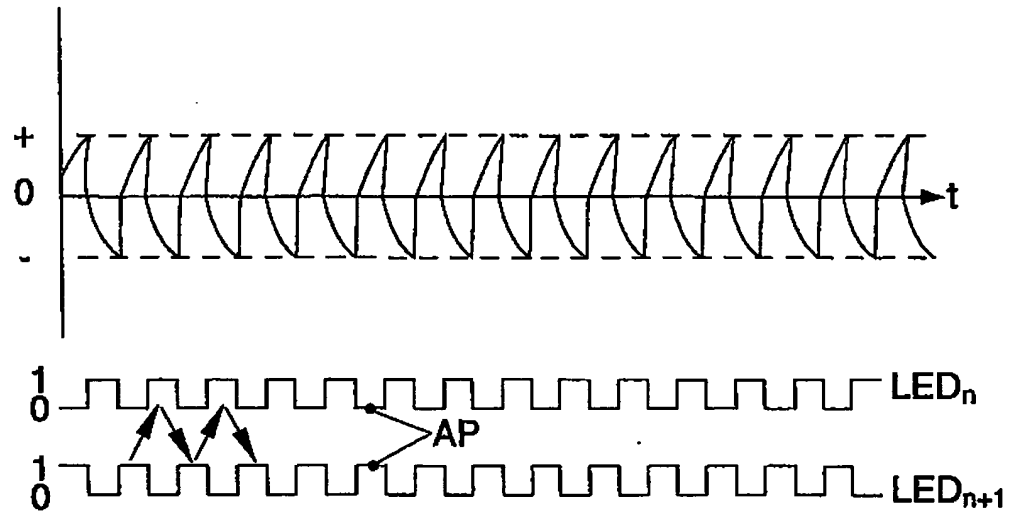


FIG. 15

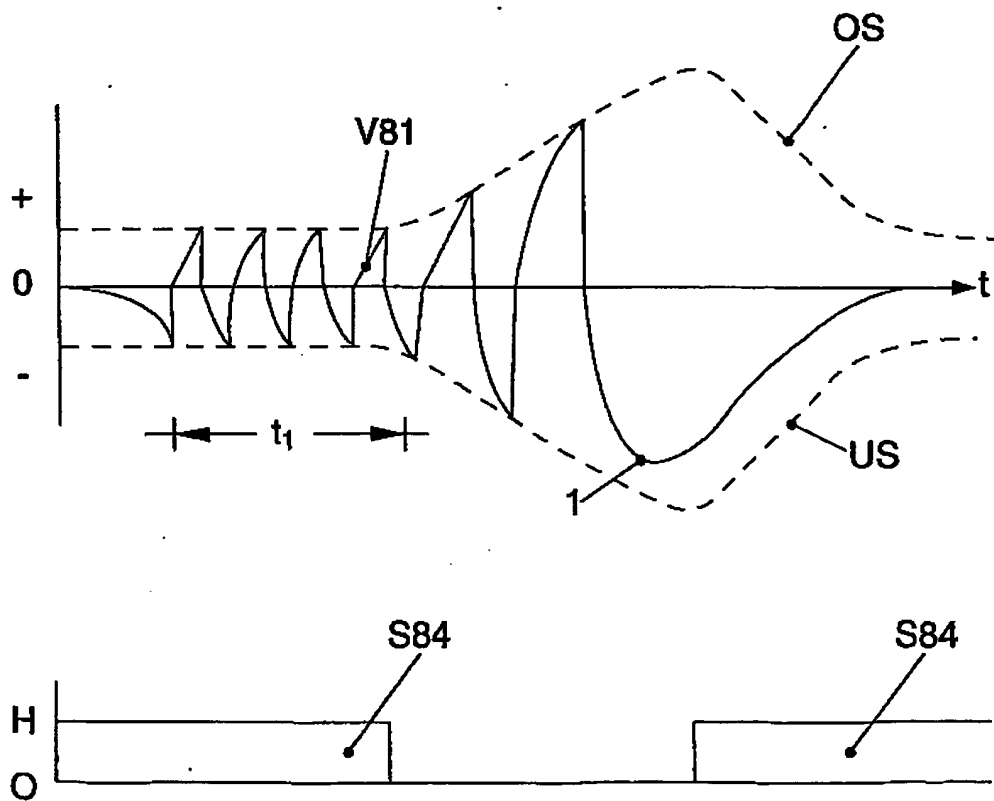


FIG. 17

12/16

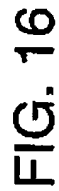


FIG. 16

13/16

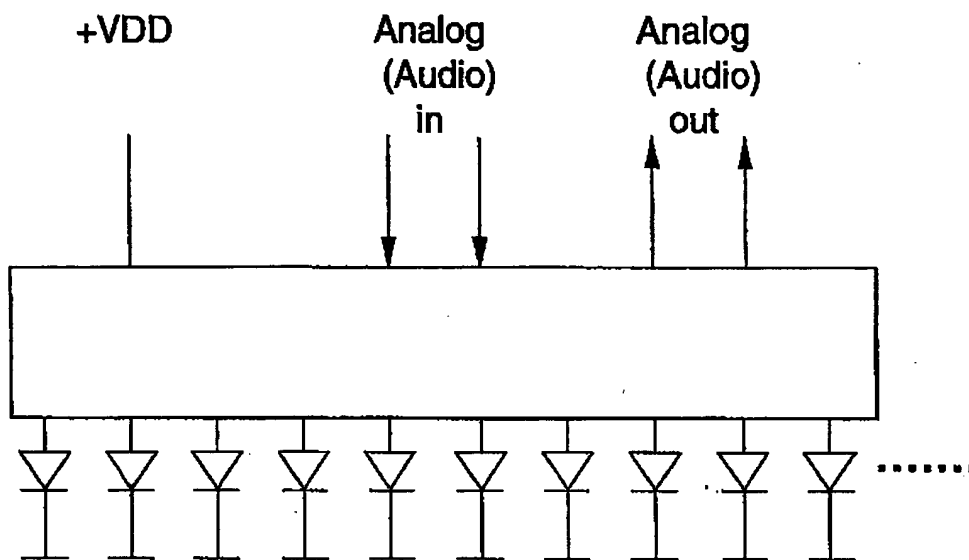


FIG. 18a

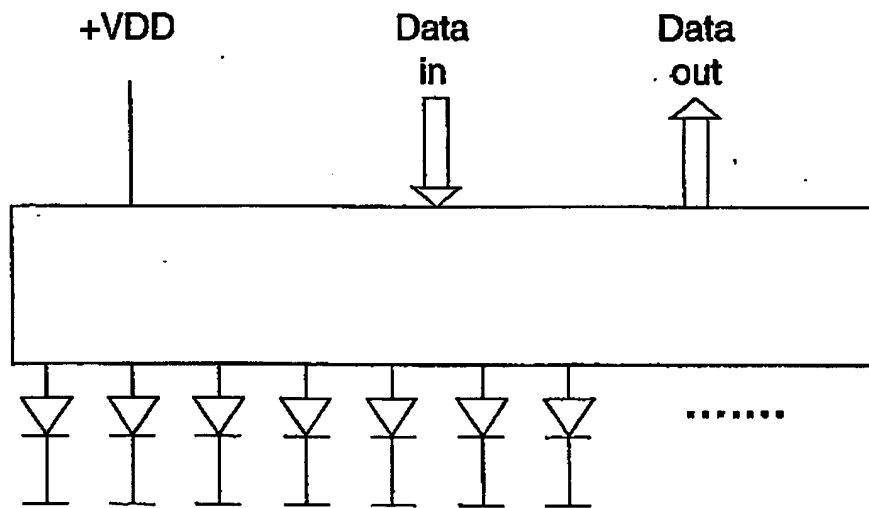


FIG. 18b

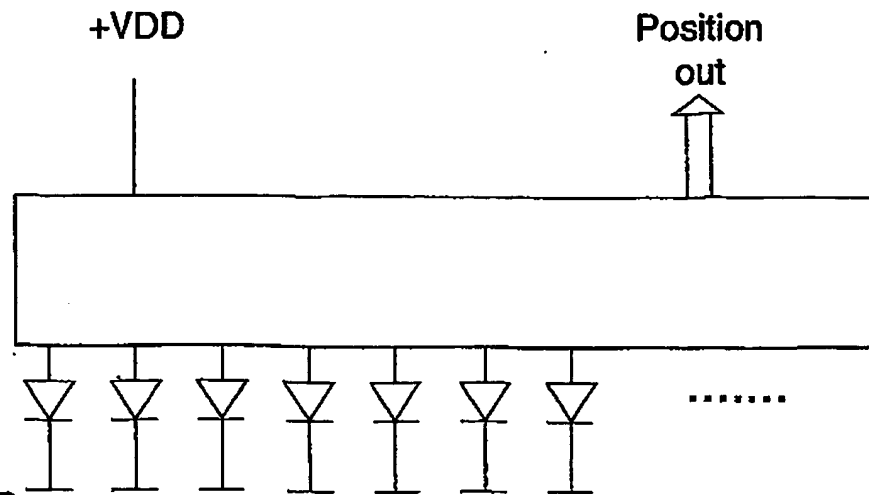
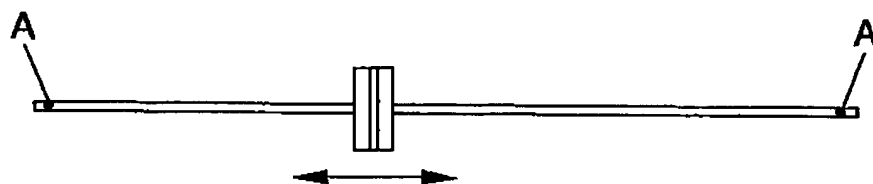


FIG. 18c

14/16



(prior art) FIG. 19

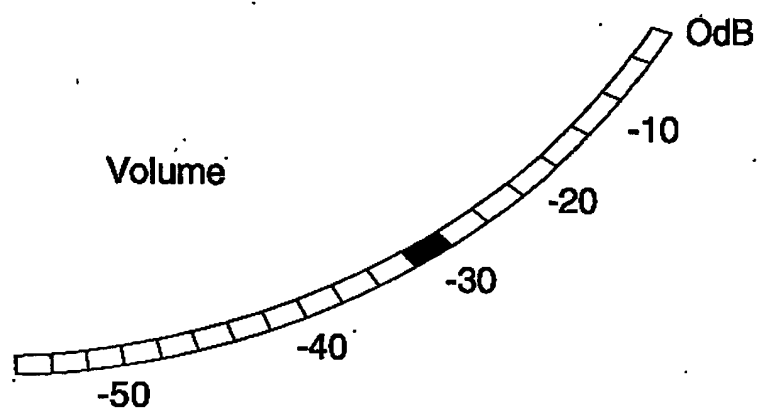


FIG. 20

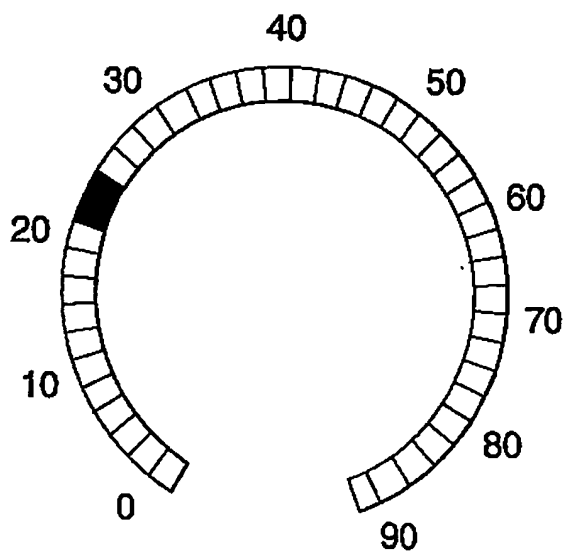


FIG. 21

15/16

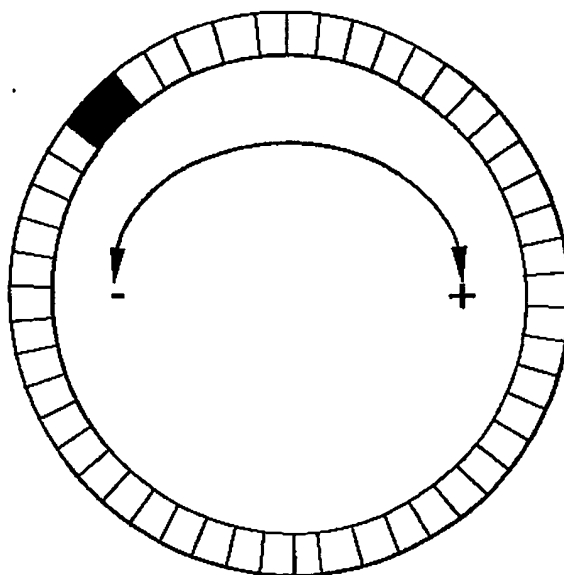


FIG. 22

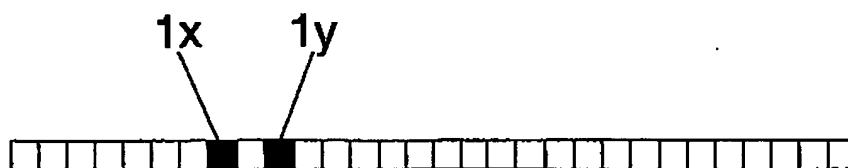


FIG. 23

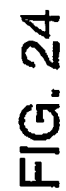


FIG. 24